BRASIL AÇUCAREIRO

Ano L – Vol. XCIX – Maio de 1982 – Nº 5

HP

MIC
INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL

Ministério da Indústria e do Comércio
Instituto do Açúcar e do Álcool

CRIADO PELO DECRETO N.º 22.789, DE 1.º DE JUNHO DE 1933

Sede: PRAÇA QUINZE DE NOVEMBRO, 42 — RIO DE JANEIRO — RJ
Caixa Postal 420 — End. Teleg. "Comdecar"

CONSELHO DELIBERATIVO

EFETIVOS

Representante do Ministério da Indústria e do Comércio — Hugo de Almeida — PRESIDENTE
Representante do Banco do Brasil — Arnaldo Fábregas Costa Júnior
Representante do Ministério do Interior — João Carlos Nobre da Veiga
Representante do Ministério da Fazenda — Edgard de Abreu Cardoso
Representante da Secretaria do Planejamento — Nelson Ferreira da Silva
Representante do Ministério do Trabalho — José Smith Braz
Representante do Ministério da Agricultura —
Representante do Ministério dos Transportes — Juarez Marques Pimentel
Representante do Ministério das Relações Exteriores — Carlos Luiz Perez
Representante do Ministério das Minas e Energia — José Edenizar Tavares de Almeida
Representante da Confederação Nacional de Agricultura — José Pessoa da Silva
Representante dos Industriais do Açúcar (Região Centro-Sul) — Arrigo Domingos Falcone
Representante dos Industriais do Açúcar (Região Norte-Nordeste) — Mario Pinto de Campos
Representante dos Fornecedores de Cana (Região Centro-Sul) — Adilson Vieira Macabu
Representante dos Fornecedores de Cana (Região Norte-Nordeste) — Francisco Alberto Moreira Falcão

SUPLENTES

Rogério Edson Piza Paes — Marlos Jacob Tenório de Melo — Antonio Martinho Arantes Licio — Geraldo Andrade — Adérito Guedes da Cruz — Maria da Natividade Duarte Ribeiro Petit — Luiz Custódio Cotta Martins — Olival Tenório Costa — Fernando Campos de Arruda — Múcio Vilar Ribeiro Dantas — Phyrso Gonzalez Almina — Rubens Valentini — Paulo Teixeira da Silva.

PRESIDÊNCIA
Hugo de Almeida 231-2741
Chefia de Gabinete
Antonio Nunes de Barros 231-2583
Assessoria de Segurança e Informações
Bonifácio Ferreira de Carvalho Neto .. 231-2679
Procuradoria
Rodrigo de Queiroz Lima 231-3097
Conselho Deliberativo Secretaria
Helena Sá de Arruda 231-3552
Coordenadoria de Planejamento, Programação e Orçamento
Elizabete S. Carvalho 231-2582
Coordenadoria de Acompanhamento, Avaliação e Auditoria
Raimundo Nonato Ferreira 231-3046
Coordenadoria de Unidades Regionais
Paulo Barroso Pinto 231-2679

Departamento de Modernização da Agroindústria Açucareira
Pedro Cabral da Silva 231-0715
Departamento de Assistência à Produção
Paulo Tavares 231-3485
Departamento de Controle da Produção
Ana Terezinha de Jesus Souza 231-3082
Departamento de Exportação
Paulino Marques Alcofra 231-3370
Departamento de Arrecadação e Fiscalização
Antônio Soares Filho 231-2469
Departamento Financeiro
Orlando Mietto 231-2737
Departamento de Informática
José Nicodemos de Andrade Teixeira .. 231-0417
Departamento de Administração
Marina de Abreu e Lima 231-1702
Departamento de Pessoal
Joaquim Ribeiro de Souza 224-6190

O I.A.A. está operando com mesa telefônica PBX, cujo número é 296-0112
Telex: (021) 21494 — IAA BR; (021) 21391 — IAAL BR; (021) 21649 — IAAL BR

termos de solução para o problema, um levantamento efetuado junto a unidades produtoras de cana previamente selecionadas, em 1980, mostrou que, se o sistema de fiscalização de mudas proposto pelo PLANALSUCAR já estivesse funcionando os produtores de cana teriam à disposição 66.310 t de mudas de diversas variedades de cana, o que daria para iniciar viveiros primários em cerca de 330 destilarias de 120.000 litros/dia.

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

O Programa de Engenharia Química da COPPE/UFRJ e o Sindicato dos Químicos e Engenheiros Químicos do Estado do Rio de Janeiro, organizaram um curso de especialização, de 10 meses de duração, em período integral, para Químicos e Eng. Químicos, visando formar profissionais com completo domínio de técnicas e processos de produção de açúcar e álcool, capazes de: a) operar e otimizar a produção nas destilarias de álcool e usinas de açúcar. b) Atuar no processo de inovação tecnológica para o setor sucro-alcooleiro. c) Acompanhar, a nível institucional, o desenvolvimento do Programa Nacional do Álcool.

O curso conta com apoio financeiro do CNPq, através do seu Programa Nacional de Apoio à Química (PRONAQ).

A primeira turma de trinta profissionais iniciou o curso em março, devendo concluí-lo em dezembro.

Esclarecimentos mais detalhados sobre o curso podem ser obtidos na COPPE/UFRJ — Programa de Engenharia Química — Cidade Universitária — Bloco G-115 — Fone: 280-9322 R.219.

Caixa Postal 68502 — Rio de Janeiro

Minas investe no Proálcool

A Caixa Estadual de Minas está atuando intensamente na área do Proálcool e também na geração de empregos no meio rural. Depois de assinar o contrato de financiamento para o Proálcool Rural, junto aos representantes da Usina Dr. Passos Maia, em Guapé, no Sul de Minas, a Minas Caixa está processando o financiamento para o plantio da cana, na implantação da Destilaria Juvivan S.A. no município de Nossa Senhora de Oliveira. Também já foram realizados financiamentos para o plantio da cana, mandioca e formação de viveiros de cana, no valor de Cr$ 763 milhões.

Segundo o diretor da Carteira Agrícola de Minas Caixa, a Usina Guapé produzirá 10 mil litros de álcool por dia, começando a produzir durante a safra 84/85.

Sugar

A Finnish Sugar Co., Cia Açucareira Finladesa, publicou o folheto "Sugar from Starch" dedicado à indústria açucareira mundial. O folheto se encontra na Biblioteca do Instituto do Açúcar e do Álcool.

Diesel álcool aditivado

A Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia de São Paulo e os produtores de açúcar e álcool do Estado, representados pela Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool e Sociedade de Produtores de Açúcar e Álcool, assinaram um protocolo de objetivos, visando experiências para a substituição do óleo diesel por álcool aditivado em destilarias e usinas de açúcar e álcool.

Jaíba terá destilaria

A Empresa Florestamento Minas Gerais (Florestaminas) e as Secretarias da Agricultura e da Indústria, Comércio e Turismo, Ruralminas e Indi, assinaram protocolo de intenções para a instalação de uma destilaria de álcool no Distrito Agroindustrial de Jaíba.

O pólo alcooleiro terá uma capacidade inicial de produção de 164 milhões de litros/ano.

Já estão sendo desenvolvidas as obras do projeto de irrigação no pólo alcooleiro de Jaíba. E neste protocolo de intenções, serão realizados estudos que permitirão a Florestaminas implantar em 33 meses a destilaria de álcool, com a criação de uma cultura canavieira irrigada.

A Florestaminas e o empresariado mineiro se integram no mesmo empreendimento do qual participaram os grupos Ometto e Agivale, que tiveram projetos aprovados e enquadrados no Proálcool.

Entusiasmo no BIRD

Foi realizada no dia 12 de março passado, na Usina Diamante, em Jaú (SP), duas exposições ilustradas com **slides**. Assistiram aos debates, o presidente do BIRD (BancoMundial),Alden Calusen e sua comitiva.

Uma das exposições foi realizada pelos técnicos da Comissão Nacional de Energia, sobre o Proálcool, e a outra com a participação do pessoal da Cesp encarregado da navegação do sistema Tietê-Paraná, a chamada "Hidrovia do Álcool".

Potencial

O Programa de irrigação que já foi iniciado no Norte Fluminense pretende multiplicar a produtividade das plantações de cana-de-açúcar, com vantagens óbvias para a produção de açúcar e do álcool, ao mesmo tempo em que favorecerá a cultura de produtos alimentares.

Indústria química no Norte Fluminense

Tendo o apoio do Prodi — Programa Especial de Desenvolvimento Industrial, na elaboração de projetos e na concessão de incentivos fiscais e com a criação de

um programa de estímulo vindo do governo, ainda este ano, serão instaladas no Norte Fluminense, Campos e Macaé, pequenas e médias indústrias de produtos químicos que utilizarão o álcool como matéria-prima.

A princípio, o governo estadual pretende antecipar-se aos estudos federais para a implantação de um pólo alcoolquímico em Campos, em 1985.

O funcionamenmto das indústrias e o aproveitamento do álcool como matéria-prima tem como objetivo a utilização dos excessos de produção que possam ocorrer no Estado do Rio de Janeiro.

Sopral reúne Destilarias Autônomas

Foi realizado em Araçatuba, 2 de abril, o 1º Encontro das Destilarias Autônomas de Álcool, o encontro no auditório do Banco do Brasil, promoção da Sociedade de Produtores de Açúcar e de Álcool.

TECNOLOGIA AÇUCAREIRA NO MUNDO

Compilado por Joaquim Fontelles

ÁLCOOL ETÍLICO, UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA

Os modernos complexos petroquímicos se baseiam geralmente no cracking da nafta. Como se sabe, a construção de uma planta típica operadora de tal sistema (cracking), com capacidade de, pelo menos 500.000 toneladas métricas de etileno, atinge o custo de 500 milhões de dólares. Afora a produção do etileno, uma indústria de tal porte craqueia outros produtos químicos: o propileno, butadieno, benzeno, tolueno e xileno, assim como gasolina e gás combustível.

Mas, há, contudo, uma forma mais modesta de fazer produtos químicos baseados em etileno, como por exemplo a conversão do álcool a etileno por desidratação, que é um processo relativamente sensível que não dá derivados na mesma linha de subprodutos. Os custos de capital são baixos e o de produzir o etileno está determinado basicamente pelo custo do material de etanol.

São do técnico Robert Merims, da Scientific Design Company, Inc., de Nova York, as observações supra assinaladas que, em continuação acrescenta que a fabricação de cloreto de polivinilo (CPV) — um plástico empregado na fabricação de tubos, película, calçado, isolamento elétrico, revestimento de solos e outros usos, pode, ao mesmo tempo, se prestar à produção de álcool.

De acordo com o técnico citado, o processo da produção de etileno à base do etanol compreende uma reação à temperatura relativamente alta (350-450°C) na qual o etanol é desidratado cátaliticamente a etileno.

O autor detalha explicações técnicas relativamente à produção de CPV para o álcool etílico como uma tentativa para os países que buscam reduzir importações de matérias-primas e produtos acabados. (O Desarrollo Nacional).

A CNI E A CENAL NO PROÁLCOOL

A CNI (Confederação Nacional da Indústria), comentando a regulamentação da Comissão de Energia Nacional do Álcool — CENAL, relativa ao Programa Nacional do Álcool — PROÁLCOOL, observa que, atualmente, os incentivos concedidos pelo PROÁLCOOL estão fundamentados na diferenciação da taxa de juros. Que,

deste modo, a CNI destaca ser relevante mencionar que os estados de Pernambuco e Alagoas, apesar de se situarem em regiões onde as taxas de juros são mais favoráveis, não comportam novos empreendimentos alcooleiros, em virtude da quase total ausência de áreas agricultáveis adequadas para o cultivo da cana-de-açúcar em larga escala.

Segundo aquele órgão, isto demonstra a necessidade de se alterar os critérios atuais de incentivos à instalação de novos empreendimentos e, com tal propósito, a CNI propõe a uniformização das taxas de juros em todo o território nacional, ficando a diferenciação dos incentivos aos empreendimentos alcooleiros, dependendo da disponibilidade de áreas das diversas unidades da Federação e da escala de produção. Deste modo, a parcela de recursos provenientes do PROÁLCOOL deverá ser diretamente proporcional à disponibilidade de área para a cultura agrocanavieira e inversamente proporcional à dimensão do empreendimento.

Ante ao que se propala com base em cálculos financeiros, o critério proposto oferece vantagens de proporcionar mais recursos para os investimentos nas áreas mais carentes e corrigir os excessos que decorrem de empreendimentos muito grandes em áreas longínquas; financiar a produção para aumento do consumo; e, estimular o aparecimento de minidestilarias de dimensões ideais para o abastecimento de municípios ou microrregiões homogêneas. (Ind. Quim. março-1982).

O AÇÚCAR NO ORGANISMO

Para os biólogos o sangue deve conter açúcar. Não muito, mas aquela quantidade que é tão importante que só em faltar aquele mínimo pode implicar em algum sintoma alarmante, com tremores, debilidade e palpitações.

É público e notório que as células do cérebro e do sistema nervoso não podem funcionar sem o constante provimento de açúcar dissolvido no sangue. O sistema sem aquele as células não podem assimilar este. E o coração funciona bem graças ao açúcar. Inclusive o subconsciente pode ser intimamente afetado pelo nível de açúcar contido no sangue. Talvez o descobrimento mais importante neste campo é o de que, comprovando o nível de açúcar no sangue deve antecipar-se o curso de enfermidades perigosas.

Nas pessoas de peso normal — digamos de 70 quilos, o sangue tem aproximadamente tanto açúcar como 100 gramas de suco de uvas. O menor peso corresponde o menor conteúdo de açúcar; e a inversa, se o peso sobrepassa a cifra antes indicada. Entretanto, independentemente do peso, cabe decidir que de cada 1.000 gotas de sangue, uma é de açúcar.

O açúcar se encontra, em parte, nas células do sangue e, em parte, no plasma sanguíneo, pois é levado a torrente sanguínea, ao cérebro e ao coração, sempre que estes o necessitem. Por exemplo, o açúcar que tomamos mediante a alimentação passa ao fígado, que cumpre a valiosa função de armazená-lo com vista ao provimento do organismo à medida que for necessitando.

Enfatiza-se, contudo, que o açúcar face à economia bioquímica desempenha importantíssima tarefa jamais dispensável. (leia-se La Ind. Azucarera-jan-fev. 82).

ÁLCOOL E MANDIOCA

O assunto álcool derivado de mandioca tem se revestido de certo otimismo quando é discutido à base de custos comparativos.

Observam os técnicos que a utilização da mandioca para produção de combustíveis alternativos (principalmente etanol) é economicamente vantajosa devido à possibilidade de operação durante todo ano, redução do consumo de energia na fase agrícola e no processamento industrial, adaptabilidade à utilização em miniusinas, produção do próprio combustível de processo, alta produção de etanol, aproveita-

mento integral da biomassa, utilização de solos pobres, baixo consumo de adubos e fertilizantes e valorização econômica de excedentes da produção de produtos agrícolas. A comparação entre a utilização da cana-de-açúcar e a da mandioca é feita em relação à produtividade, aos custos agrícolas e industriais (fermentação, destilação, tancagem, projetos, construção civil, tratamentos de efluentes, etc), concluindo-se que o álcool produzido a partir da mandioca apresenta maior eficiência de conversão energética global. (leia-se Energia — 1981 — Vol.III).

VÁRIAS

A indústria açucareira australiana está considerando a formação de um consórcio para estudar a factibilidade dos planos da Austrália Ocidental para uma indústria da cana-de-açúcar na região do rio Ord. A medida foi anunciada em uma declaração conjunta do agente de distribuição açúcareira do país à empresa Bundaberg Sugar Co. Ltd. Ambas as empresas referidas convidaram os produtores do açúcar australiano para uma reunião, durante a qual explicaram a proposta de implantação de uma indústria açucareira separada da região do rio Ord.

Segundo o industrial de açúcar, Mark Hertzberg, a indústria de Queensland se opõe ao esquema segundo o qual as zonas açucareiras existentes poderiam cobrir suficientemente toda a expansão de produção açucareira que a Austrália pudesse necessitar.

O projeto do rio Ord é constituído de uma zona irrigada situada em torno de 500 km a sudeste de Darwin, onde o governo australiano, ou melhor, o da Austrália Ocidental pretende implantar ali uma grande organização de cultivo canavieiro. Calcula-se que, até 1988, a região terá uma usina com produção aproximada de 200 toneladas de açúcar diárias. Por outro lado a empresa Bundaberg Sugar Co. Ltd. já completou estudo no sentido de ser viável a produção no rio Ord de etanol de cana a ser usado como combustível.

●

No Camerun a produção açucareira será aumentada em umas 90 mil TM entre 1985 e 1986. A usina de Camsuco continuará até atingir uma capacidade total de 48.000 TM prevista para 1983. Já a produção de Sosucam, que possui atualmente capacidade de 28.000 TM, será estabilizada a este nível.

A produção total entre 1981/82, portanto correspondente a safra desse período, que se estima em 45.000 TM, não é suficiente para cobrir todas as necessidades do Camerum, que são de 65.000 TM, e daí precisar importar.

●

A indústria açucareira colombiana tem planos para aumentar sua produção de cana-de-açúcar na região da costa atlântica. O projeto da zona de Luruoco produzirá 80/90.000 TM/ano de açúcar, e 4,5 milhões de galões/ano de álcool à base de 20.000 hectares a serem cultivados Esse projeto ficará em torno de 76 milhões de dólares e poderá estar concluído em 1985.

●

A União Soviética, Bulgária e a Alemanha Oriental dispõem de mais de 550 milhões de dólares, no período de 1981/85 destinados ao financiamento da indústria açucareira cubana. A ajuda dos três estados-membros da organização comercial da Europa Oriental (COMECON) permitirá a construção de 11 usinas assim como ampliação e automatização de outras 23.

●

A Taiwan Machinery Manufacturing Corporation ganhou a concorrência entre vários competidores da Índia e Japão, de um contrato de 70 milhões de dólares, para manutenção de equipamentos de usinas da Indonésia.

•

A CEB de Mauricio (Central Electricity Board) recebeu um empréstimo de 6 milhões de dólares para a construção de uma estação térmica que usará bagaço de cana, com vistas ao aumento da produção de eletricidade. A firma francesa que efetuou o estudo de factibilidade para o governo de Mauricio, estima que o uso de bagaço em lugar de petróleo para a produção de eletricidade, permitirá uma economla de 160 milhões de rupias, ou seja, de 15 milhões de dólares. (Amerop Division — março de 1982).

EXPERIÊNCIA COMBINADA ENTRE DISTÂNCIAS DE PLANTAÇÃO DE CANA E DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO

Sobre o título supramencionado, o prof. Fogliata apresenta um longo estudo tomando por base a aplicação do nitrogênio em canaviais espaçados. E abre o seu trabalho dizendo que o constante câmbio ou mudança de variedades que se opera continuamente na agricultura canavieira, assim como o crescimento da tecnologia agronômica com novos enfoques nos trabalhos culturais e colheitas, além da necessidade sempre presente de maximizar a produtividade por unidade de superfície para lograr uma redução paralela aos custos de produção, assim como a conveniência de procurar obter a maior captação possível de energia solar por m^2 e que há de tarnsformar-se posteriormente em açúcar, tem sido, entre outras, as causas que motivaram o presente trabalho, donde se buscou como objetivo, conhecer a resposta do canavial a distintas distâncias de plantação e sua interação com doses crescentes de nitrogênio, para um lapso de 10 anos de trabalho na Provinvcia de Tucumán. (La Ind. Azucarera-jan/fev. 82-p.3).

IAA/PLANALSUCAR ORIENTA SOBRE A CANA GEADA

Maio chegou e com ele a possibilidade de ocorrerem geadas na Região Centro-Sul do Brasil. Em 1975, 1979 e 1981 as geadas, que normalmente ocorrem de maio a julho, trouxeram prejuízos aos agricultores da Região, dentre eles os que produzem cana-de-açúcar. O PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar), do IAA, está preocupado com isso e durante o mês de maio programou palestras sobre o assunto, procurando orientar o produtor de cana que não sabe o que fazer depois que sua lavoura foi atingida pela geada. A primeira palestra foi em Araras, na Estação Experimental Central Sul do PLANALSUCAR, no dia 11. A estação fica no km. 174 da Via Anhangüera. Depois dela, outras duas foram dadas: uma no dia 13 de maio, no auditório do Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio (SENAC), em Araçatuba; outra a 14 de maio, no Sindicato Rural de Paranavaí no Estado do Paraná. Além disso, o IAA/PLANALSUCAR está lançando um boletim chamado "As Geadas e a Cana-de-Açúcar", que dá muitas orientações a respeito.

As orientações dadas pelos técnicos do IAA/PLANALSUCAR são fruto de observação dos efeitos dessas últimas geadas, da experiência prática dos produtores e das pesquisas que o órgão já desenvolveu e que vem desenvolvendo sobre o assunto.

O QUE FAZER?

O que o produtor deve fazer se sua cana-de-açúcar é atingida pela geada?

Para responder a essa pergunta, é preciso que o produtor faça uma avaliação dos danos causados pela geada em sua propriedade.

Os técnicos recomendam que esse levantamento comece a ser feito pelo menos sete dias depois que a geada ocorreu. Passado esse tempo, os efeitos da geada no canavial ficam mais evidentes.

A primeira providência é mapear a área atingida. Pode ser que tenha sido afetado o canavial comercial a ser cortado na safra em que a geada ocorreu, o canavial em formação e que será cortado na safra seguinte e a área de viveiro, tanto aquela que vai fornecer mudas para a formação de novos viveiros, como aquela que fornecerá mudas a serem utilizadas para a reforma do canavial. Esses dados devem ser levados em conta durante o mapeamento.

AVALIAÇÃO DOS DANOS

O próximo passo é fazer uma avaliação da intensidade dos danos causados. A geada pode causar a simples queima das folhas da cana-de-açúcar, a morte do meristema apical (o ponteiro da cana-de-açúcar), a morte das gemas laterais superiores

ou até a morte total das gemas. Os danos vão depender de vários fatores: 1) da intensidade da própria geada — a temperatura mínima atingida e o período de permanência das baixas temperaturas são dados importantes e que influem bastante; 2) das variedades de cana atingidas — existem variedades que se deterioram mais lentamente que outras depois que afetadas pela geada; 3) das condições climáticas que vêm depois da geada — o calor e a umidade, ao contrário do frio e da seca, propiciam infecção por fungos e bactérias, acelerando o processo de deterioração da cana morta pela geada.

Para avaliar os danos causados pela geada, o produtor deve observar:

a) a porcentagem de canas com o ponteiro morto;
b) o número de gemas laterais mortas em cada colmo.

Essas observações são feitas pegando-se canas ao acaso dentro dos talhões. Uma ou duas observações de campo, entre o sétimo e o vigésimo dia após a geada, já é o suficiente para que o produtor avalie o grau de danificação em seu canavial.

A cana-de-açúcar que vai ser cortada na safra em que a geada aconteceu requer ainda um outro cuidado: é preciso fazer análise de sacarose. Mais fácil é fazer análises do Brix, que mede a quantidade de substâncias sólidas solúveis presentes no caldo da cana. Para medir o Brix, o produtor tem que se utilizar de um aparelho chamado refratômetro de campo.

É lógico que a preocupação do produtor deve estar voltada para a cana que vai ser industrializada ainda na safra em que ocorreu a geada. Porém é importante que ele não descuide do canavial em formação e também das áreas de viveiros.

CANAVIAL DA SAFRA

Na observação de campo, o produtor certamente encontrará canas em diferentes estágios de desenvolvimento, com diferentes idades (de 5 a 18 meses). Se o canavial a ser cortado na safra em que a geada aconteceu apresentar elevada porcentagem de ponteiros mortos, o produtor não terá mais ganhos, nem em termos de peso, nem em termos de maturação do canavial. A solução é apressar a industrialização da cana que apresente nessa oportunidade índices aceitáveis de maturação (Brix igual ou superior a 18%). Cerca de dois meses após a ocorrência da geada, as canas começam a perder qualidade, sua riqueza em açúcar começa a diminuir em virtude de brotações laterais. O produtor deve planejar o corte da cana atingida.

O corte deve começar pela matéria-prima mais madura e mais danificada.

O produtor deve dar prioridade ao corte de variedades que se deterioram mais rapidamente. Os técnicos do IAA/PLANALSUCAR em suas observações e pesquisas concluíram que a CP51-22 é a que se deteriora mais lentamente, ao contrário da CB41-76. Então o produtor deve começar pelo corte da CB41-76, depois cortar a CB47-355, a IAC51/205, a IAC52/150, a NA56-79 e a CP51-22. Os técnicos lembram que essa ordem de perdas foi estabelecida diante de condições idênticas e deve ser considerada apenas como um indicador básico. Eles aconselham que, para suas condições, o produtor poderá planejar o corte com base nos 2 ou 3 primeiros dados do acompanhamento de maturação dos talhões, para comparar as tendências de perdas das diferentes variedades.

É claro que nem todas as canas serão aproveitadas para a industrialização. As que forem rejeitadas devem ser cortadas. Mantê-las em pé até a próxima safra não dará bons resultados.

Os estudos dos técnicos do IAA/PLANALSUCAR e de produtores da Região Centro-Sul indicam que a maneira mais econômica e tecnicamente viável de cortar a cana geada é através da utilização do rebaixador de soqueiras. Além da boa qualidade do corte (rente ao solo), o rebaixador coloca o material cortado nas entrelinhas da cana, o que diminui a posterior infestação de plantas daninhas.

Outras formas de corte foram testadas, entre elas o corte manual, o corte com colhedeira, com forrageira e com roçadeira. Mas nenhum apresentou as vantagens do rebaixador de soqueiras.

CANAVIAIS EM FORMAÇÃO

Os técnicos orientam os produtores para que não mexam nas canas de ano-e-meio que ainda não apresentarem entre nós, por ocasião da geada, nem nas soqueiras recém-cortadas, de 0 a 3 meses de

idade. Elas vão se recuperar bem, naturalmente.

A preocupação deve estar voltada para as canas mais velhas. É importante nesse caso verificar se os perfilhos morreram totalmente ou parcialmente. Se a quantidade de perfilhos vivos for pequena, o melhor é cortar todas as canas.

Se o número de perfilhos vivos for razoável, o produtor pode aproveitá-los. Como?

1) fazendo arrastamento de uma tora de madeira tracionada por trator. Isso vai provocar a queda dos colmos maiores mortos, sem danificar os perfilhos menores que vão se desenvolver mais facilmente sem o sombreamento provocado por aqueles colmos maiores.

Na cana-planta, o operador tem de seguir o sentido da sulcação. Já nas soqueiras, o trabalho pode ser feito no sentido transversal à sulcação, obtendo-se um melhor resultado.

2) fazendo arrastamento de um triângulo construído com troncos de eucapilto. Esse sistema é uma variação do primeiro.

Os dois sistemas são para variedades que se quebram facilmente, como é o caso da NA56-79.

3) queimando o canavial, mantendo os colmos queimados em pé. Neste caso, a queima deve ser perfeita. Só assim vai eliminar o problema do sombreamento nos perfilhos novos, permitindo boa recuperação do canavial. Se a queima não for perfeita, os colmos mais velhos podem permanecer em pé até o próximo corte, na nova touceira que se forma, o que pode dificultar essa operação de corte e fazer com que grande quantidade de impurezas seja levada para a indústria se a colheita for mecanizada.

ÁREAS DE VIVEIROS

No levantamento dos danos causados pela geada em áreas de viveiros, o produtor deve verificar se houve morte total ou parcial das gemas laterais da cana.

Se morreram todas, os técnicos indicam que o melhor é cortar imediatamente as canas dos viveiros, com facões devidamente desinfetados. Nesse caso, o produtor vai utilizar a soca resultante desse corte como muda para os próximos plantios.

Se nem todas morreram, é possível aproveitar esse material seja para multiplicação (produção de mais mudas), seja para plantios comerciais (reforma de canavial).

O exame de viabilidade das gemas deve ser bastante cuidadoso os técnicos aconselham que, no caso de multiplicação ou no caso de reforma do canavial, deve ser colocado um número maior de mudas no sulco, a fim de garantir a germinação.

É evidente que poderá haver falta de mudas. Nesse caso, o produtor terá de resolver o problema contando com seus próprios recursos, porque dificilmente ele econtrará mudas para comprar. Se ele não possui viveiros em sua propriedade ou se seus viveiros não são suficientes, o jeito é utilizar cana-planta ou mesmo soca (de preferência de segundo corte) cortadas tardiamente na safra anterior e, portanto, pouco afetadas pela geada.

Os técnicos fazem outras recomendações gerais para viveiros e áreas de reforma. Recomendações que serão dadas durante as palestras e que podem ser encontradas no livreto que o IAA/PLANALSUCAR está lançando.

Quem desejar informações mais detalhadas a respeito, ou quiser obter a publicação sobre a cana geada é só escrever para o seguinte endereço:

IAA/PLANALSUCAR/COPES
Caixa Postal, 88
CEP 13400 — Piracicaba/SP

O AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DO HOMEM

Nelson Coutinho

Segundo noticiário da Imprensa, no decorrer dos trabalhos do "II Encontro Nacional de Reabilitação Oral", realizado em Belo Horizonte (MG), o Professor Adilson Rocha Torreão, das Universidades de Pernambuco, Alagoas e Ceará, teria afirmado que cerca de 1 milhão e 500 mil habitantes do agreste pernambucano sofrem de toda sorte de seqüelas bucais, que originam gastrites e úlceras duodenais, causadas pelo consumo excessivo de açúcar. Conforme ainda a mesma divulgação aquele professor lamentou que o Governo de Pernambuco não tome conhecimento do problema que considerou crônico, acentuando que a alimentação no agreste é feita à base de carboidratados, — mel, rapadura e caldo de cana, — que destroem os dentes (Cf. Jornal do Brasil, 29-07-1981).

Recentemente, a Editora Ground, em 1978, divulgou o livro "Sugar Blues", tradução brasileira da edição original norte-americana, que desenvolve forte campanha contra o uso do açúcar, constando da própria contra-capa do livro, entre outros, o seguinte tópico — "como o ópio, a morfina e a heroína, o açúcar é uma droga destrutiva, formadora de hábitos. Entretanto, é consumido a cada dia em praticamente todos os produtos utilizados na dieta do homem civilizado".

De longa data vem sendo a matéria focalizada, com os comentários mais contraditórios, notadamente a partir do aparecimento no mercado dos adoçantes artificiais.

A revista **Brasil Açucareiro**, entretanto, em seu número de junho de 1966, relaciona copiosa bibliografia sobre a significação do açúcar na alimentação e no organismo do homem, mencionando-se nada menos de 62 trabalhos, onde a matéria é amplamente examinada.

Posteriormente — número de maio de 1973 — a mencionada revista publica nota sob o título "Açúcar na Alimentação", onde divulga que o Dr. Alfredo Lachmann, Consultor Químico da "Food and Allied Industries de Wynnewood (Pensylvania), submeteu à "International Sugar Research Foundation" um manuscrito sobre o papel do açúcar na alimentação, baseado em 74 projetos de pesquisas na área da tecnologia dos alimentos, como esforço para elucidar a função da sacarose na alimentação e sua influência no aprimoramento qualitativo da produção trófica, ou seja, referente à nutrição.

Após isso, a aludida revista, correspondente a julho de 1977, insere nota sob o título "Sacarose e Saúde", matéria que tem sido objeto de discussão em vários congressos científicos, nos quais as opini-

ões não chegam a ser divergentes quanto à significação positiva do açúcar na saúde humana. Está expresso na aludida nota que, "na opinião dos autores, qualquer julgamento que **condene o açúcar** como elemento causante de inúmeras doenças a ele atribuído, **é sempre prematuro e temerário,** porque a matéria está condicionada a problemas muito complexos dentro da biologia médica" (Brasil Açucareiro, julho de 1977, pág. 5).

Em trabalho sob o título "Novas Revelações Sobre Relação Açúcar-Cáries", de autoria de Philip J. Hilts, — Washington Post —, exclusivo para O Globo, está consignado, entre outros subsídios, que "a velha crença de que comer uma grande quantidade de açúcar faz mal aos dentes **não é,** por exemplo, inteiramente correta. Muito mais importante do que a quantidade de açúcar que se come é a freqüência com que esse alimento é ingerido, explicou o Dr. William Bowen chefe da equipe responsável pelos estudos. Segundo o especialista, ele e seus colaboradores do "Instituto Nacional de Saúde, dos Estados Unidos, descobriram em testes com ratos, que uma única dose de açúcar, mesmo grande, é neutralizada pela saliva em algumas horas, o que impede a ação do ácido causador da cárie segregado pelas bactérias na presença do açúcar". (O Globo, Rio, de 23-11-1980).

Sobre a matéria há inúmeros estudos e contribuições, ao lado de manifestações concretas, podendo-se mencionar, entre elas, os trabalhos dos professores Silva Melo, Josué de Castro, Ruy Coutinho e Nelson Chaves, este do Instituto de Nutrição de Pernambuco.

O Professor Silva Mello, reconhecido como um dos autorizados estudiosos dos problemas ligados ao homem brasileiro, depois de percorrer cerca de 1.500 quilômetros, em diversas zonas dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará, se confessou surpreendido com as revelações que pôde recolher, sobretudo do ponto de vista científico. Reportando-se, especificamente, ao sertanejo nordestino, em relação ao qual associavá idéias desfavoráveis, em face mesmo das diversas divulgações correntes, ressaltou sua grande surpresa ao encontrar no sertão do nordeste indivíduos robustos, musculosos, excepcionalmente resistentes e possuidores de dentaduras esplêndidas, não raro sem qualquer defeito. Por toda parte, acrescentou ainda, recolheu informações sobre a sobriedade da sua alimentação, na qual **predominavam a rapadura, a farinha de mandioca, as comidas de milho, a carne seca, sendo insignificante o consumo de frutas e quase nulo o de verduras.** (Cf. A. da Silva Mello — "Nordeste Brasileiro", Editora José Olimpio, Rio, 1953 — Pág. 21.).

Do ponto de vista da quantidade de açúcar consumido no Brasil, deve-se ter presente que a taxa per-capita situa-se em torno de 42,0 quilos/ano, o que coloca o país abaixo do índice verificado entre os 22 países com taxas per-capita acima de 45,0 quilos. Entre esses países de maior percentual de consumo encontram-se Israel, com 72,4, Bulgária com 63,8, Austrália com 58,0, Canadá com 55,0, Suíça com 51,6, EUA, compreendendo área continental e as ilhas, com 49,7, e a Suécia com 46,4. Todos esses números correspondem ao ano de 1973.

É relevante também mencionar que a União Soviética, na safra de 1931/32, produziu apenas 1.478.000 toneladas métricas de açúcar, tendo como matéria-prima a beterraba, o que lhe permitiu reduzida taxa de consumo per-capita, em face mesmo de sua densidade demográfica. A partir de então, a URSS programou e executou sucessivos projetos de ampliação de seu parque açucareiro, assumindo, na década dos anos de 1970, a liderança mundial na produção de açúcar, e alcançar no ano de 1973 a produção de 11.200.000 toneladas métricas. Em conseqüência, o consumo per-capita daquele país elevou-se para a casa dos 40,0 quilos per-capita, atingindo as cifras de 43,2 no ano de 1970, 44,8, em 1973 e 46,8 em 1976.

Ocorre-nos ainda anotar o estudo apresentado pelo professor Sergio Weyne, da Universidade Federal Fluminense, sob o título: "Xilitol: Substituto para a Sacarose na Prevenção da Cárie Dentária", ao "V Congresso Internacional de Odontologia", reunindo na Cidade do Rio de Janeiro, em 1981. Pondo em destaque as propriedades do Xilitol com a prevenção da cárie no homem, registra, entretanto, textualmente, "não existe qualquer razão de ordem científica para se indicar abstinência total da sacarose, como um método de prevenção da cárie, não se justificando desta maneira as verdadeiras cruzadas

contra o açúcar empreendidas por certos grupos, com certeza bem intencionados, porém em conflito com fatos científicos perfeitamente documentados".

A matéria pela sua atualidade e alta significação, do ponto de vista do processo produtivo agroindustrial, do emprego de mão-de-obra e da participação no regime alimentar do brasileiro está a merecer estudo sério e responsável, para se evitar que equívocos e noticiários mais apressados possam gerar dúvidas e conseqüências indesejáveis.

No dia 04 de setembro de 1981, o Presidente da República, João Figueiredo, inaugurou as novas instalações do "Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS)", órgão que integra a Fundação Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), cuja função básica é a de promover análises e pesquisas sistemáticas de drogas, medicamentos, cosméticos e alimentos industrializados. O INCQS ocupa uma área de cerca de 12.000 metros quadrados, no campus da FIOCRUZ, em blocos sob a forma de estrela. No seu desempenho será uma espécie de suporte laboratorial, com processamento de análises químicas e microbiológicas, ao lado de ensaios farmacêuticos nos setores específicos de medicamentos, imunológicos e de alimentos. Além disso, desenvolverá numerosas atividades científicas e de cunho especial, competindo-lhe elaborar normas e padrões, promover o treinamento e o aperfeiçoamento do pessoal e de apoio aos laboratórios regionais. (Cf. Noticiário da imprensa, notadamente o Jornal do Brasil, dos dias 04 e 05/09/81).

Em face disso, parece-me de todo conveniente que o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), levando em conta a relevância do assunto, promova a constituição de um grupo de trabalho, sob a direção e coordenação de especialistas, devidamente credenciados, como é o caso por exemplo do professor Nelson Chaves, Consultor Científico do Instituto de Nutrição, da Universidade do Rio de Janeiro, e do Instituto de Nutrição, da Universidade de Pernambuco, e integrado de especialistas, igualmente habilitados, para o fim de realizar pesquisas e estudos sobre a matéria, oferecendo, ao final, relatório conclusivo.

Como mera contribuição pessoal e apenas como uma pista para fixação do problema, oferecemos as indicações a seguir:

I — Qual a participação desejável do açúcar de cana, em termos de quantidade e expressão percentual, na formação de uma dieta racionalmente definida para o brasileiro, integrada dos alimentos básicos.

II — Sugerir a composição de uma dieta constituída na forma prevista no item anterior, indicando as quantidades dos elementos integrantes, em quilos ou expressões equivalentes.

III — No caso de não ser possível, como parece evidente, a manutenção a curto prazo de uma dieta, com a observância dos itens precedentes, pela impossibilidade econômica ou pela ausência de qualquer de seus integrantes, em que medida poderia o açúcar de cana substituir o alimento em falta, total ou parcialmente.

IV — Apurar, em que medida têm validade as notícias divulgadas no sentido de indicar o açúcar como fator capaz de provocar distúrbios na saúde do homem.

V — Proceder levantamentos e oferecer esclarecimentos sobre as indústrias de adoçantes artificiais já instaladas no país, pronunciando-se sobre a validade e influência de cada produto na saúde e na alimentação das pessoas que os utilizem como sucedâneo do açúcar.

Não é fora de propósito ter-se em conta que, no caso de se evidenciar a adoção de qualquer medida de se restringir o consumo de açúcar na alimentação do homem, tem o Brasil caminhos para substituições e o aproveitamento das lavouras canavieiras para o fabrico de álcool, em face mesmo do PROÁLCOOL, ao lado de outras numerosas aplicações econômicas e industriais.

PRODUÇÃO DE ÁLCOOL DE BIOMASSA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

(1ª Parte)

PRINCIPAIS ABREVIATURAS E SIGLAS USADAS

IAP	— Instituto Americano de Petróleo, USA
BTU	— Unidade Térmica Britânica
TC	— Taxa de Compressão
CIF	— Custo, Seguro e Frete
CEE	— Comunidade Econômica Européia
TRE	— Taxa de Rentabilidade Econômica
FOB	— Livre a Bordo
LDPE	— Densidade Baixa de Polietileno (Low density polyethilene)
IO	— Índice de Octana
TEL	— Taxa de Energia Líquida
PVC	— Clorido de Polivinil
PIO	— Pesquisa de Índice de Octana
IPS	— Instituto de Pesquisa de Stanford, USA
STI	Secretaria de Tecnologia Industrial, Brasil

* Trabalho desenvolvido por equipe do Banco Mundial — 1818 H Street, N.W. — Washington, D.C. 20433, USA.

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

I O etanol de biomassa é a principal fonte de energia renovável que oferece perspectivas de proporcionar um combustível líquido de qualidade derivado de recursos domésticos e capaz de substituir parcialmente derivados de petróleo em alguns países em desenvolvimento. Das outras principais fontes renováveis de energia, os produtos florestais e a energia hidroelétrica são os mais indicados para produzir outras formas (não líquidas) de energia. O uso do etanol como substituto dos produtos de petróleo mais leves (como gasolina, óleo diesel e nafta) complementaria os esforços para utilizar o carvão, a madeira e a energia hidroelétrica como substitutos dos produtos de petróleo mais pesados (óleos combustíveis), contribuindo assim, pelo menos em teoria, para a substituição duma ampla gama de derivados do petróleo. A tecnologia básica para a produção de etanol de determinadas matérias-primas de biomassa é bem conhecida e de fácil transferência à maioria dos países em desenvolvimento, se bem que muitos melhoramentos técnicos estejam sendo testados para tornar a tecnologia mais econômica. A produção de etanol exige unidades industriais de tamanho médio que podem ser instaladas em áreas

rurais constituindo fonte **adicional importante** de emprego rural permanente a custos relativamente baixos. A produção de álcool pode também abrir mercados para excedentes da produção agrícola, estabilizar as rendas rurais e ajudar a conter o êxodo rural.

II Apesar dessas vantagens, a produção de etanol de biomassa não oferece solução geral para os problemas de energia dos países em desenvolvimento. Dificuldades práticas para a criação de sistemas agroindustrial-energéticos eficientes provavelmente irão limitar, num futuro imediato, a produção econômica de álcool em larga escala, exceto em alguns países como o Brasil e os Estados Unidos. Ainda mais importante, a médio prazo, a escassez de solo agrícola constituirá um obstáculo à substituição de petróleo em escala mundial. Ainda que toda a produção mundial atual de melaço, cana-de-açúcar, milho e sorgo doce — materiais para os quais existe tecnologia de fermentação comercialmente comprovada — fosse convertida em etanol, a produção total substituiria apenas uma fração do consumo mundial atual de petróleo. Essa perspectiva pode melhorar se o rendimento das culturas de energia for substancialmente aumentado e se forem criadas novas tecnologias que tornem mais econômica a conversão das matérias celulósicas; mas é pouco provável que essas tecnologias venham a causar maior impacto nos próximos 5 a 15 anos. Não obstante, a produção de etanol poderá trazer economias significativas nas importações de petróleo de alguns países, particularmente daqueles que possuem ampla base agrícola.

III Dois diferentes **tipos de álcool** são de maior interesse, o álcool etílico (etanol) e o álcool metílico (metanol); ambos podem ser obtidos tanto de hidrocarbonetos (petróleo/gás) quanto de biomassa. Devido a limitações tecnológicas no respeitante à produção e ao uso de metanol, e também porque, na maioria dos países em desenvolvimento que têm déficit provocado pela importação de petróleo, a base da matéria-prima de biomassa é mais propícia à produção de etanol do que a de metanol, o álcool de biomassa tem naturalmente maior interesse imediato para esses países. Assim, o presente estudo concentra-se essencialmente, na análise do potencial e das perspectivas de produção de etanol de biomassa nesses países.

IV O etanol, substância química orgânica, tem atualmente três **aplicações principais**: (a) como bebida alcoólica: (b) como produto químico intermediário; e (c) como matéria-prima para a produção de outros produtos químicos. Até o início deste século o etanol era também considerado bom combustível para automóvel. O etanol é uma substância química versátil, que pode ter uma variedade de aplicações, tanto como produto químico intermediário, quanto como matéria-prima para a produção de outras substâncias. Para uso como produto intermediário, o etanol tem também sido produzido sinteticamente de derivados de petróleo (etanol sintético). Fora a utilização em bebidas, seu uso principal imediato é como solvente. O etanol é também usado em vários produtos químicos de baixo volume. Mas sendo o etileno a base da indústria petroquímica, a substituição em larga escala de derivados de petróleo pelo etanol de fermentação depende de uma condição: o etileno derivado do etanol tornar-se competitivo com o etileno derivado da nafta ou do etano. Com a decuplicação do preço do petróleo na última década, o etanol de biomassa voltou a ser considerado para uma série de aplicações que ele perdera em favor dos derivados de petróleo. Como substituto do petróleo, o etanol de biomassa tem quatro possíveis aplicações principais: (a) combustível de caldeira para substituir o óleo-combustível ou outros combustiveis; (b) substituto da gasolina: (c) substituto do óleo diesel; e (d) produto químico ou matéria-prima. Basicamente, como combustível de caldeira, o etanol não utiliza seu potencial como combustível líquido superior, e como substituto do diesel apresenta sérias inconveniências técnicas. Por outro lado, suas singulares propriedades físico-químicas aumentam o seu valor, para além do seu valor calorifico, como substituto da gasolina e como matéria-prima química.

V O uso do etanol para **mistura com gasolina** ou para **substituto** dela tornou-se alvo de atenção especial não só por substituir diretamente um valioso derivado do petróleo usado em escala mundial, como também por poder tirar partido nessa aplicação de suas múltiplas características físico-químicas. Quando usado em motor

de combustão interna misturado com gasolina ou substituindo a gasolina, o etanol modifica substancialmente a eficiência da combustão e produz efeitos também na taxa de octana e em outras características de funcionamento do motor tais como partida, carburação e emissão. O etanol pode ser usado como combustível automotor tanto como mistura (caso em que o álcool anidro (99,8%) é misturado à gasolina numa proporção até 20%) ou como álcool hidratado (caso em que o etanol hidratado (94% puro) é usado diretamente). O valor econômico do álcool como aditivo da gasolina é de cerca de 15 a 20% mais alto do que como substituto direto.

VI O etanol pode ser produzido de três tipos principais de matérias-primas de biomassa: (a) matérias ricas em açúcar (cana-de-açúcar, melaço, sorgo doce, etc.), que contêm hidratos de carbono em forma de açúcar; (b) amiláceos (mandioca, milho, casca de babaçu, batata, etc.), que contém hidratos de carbono em forma de amido; (c) celuloses (madeira, resíduos agrícolas, etc.), cujos hidratos de carbono se apresentam em forma mais complexa. A produção de etanol dessas matérias compreende, exceto no caso dos açúcares, três estágios: primeiro, conversão dos hidratos de carbono em açúcares solúveis em água; fermentação desses açúcares para conversão em etanol; finalmente, separação do etanol da água e de outros produtos de fermentação por destilação.

VII As principais vantagens das matérias ricas em açúcar para produção de álcool estão em que seu conteúdo de hidratos de carbono se apresenta já na forma mais simples de açúcar fermentável, além de produzirem também seu próprio combustível em forma de bagaço. Os amidos contêm hidratos de carbono de maior complexidade molecular, que devem ser reduzidos a açúcares simples através de um processo de sacarificação, o que acrescenta mais uma etapa ao processo e aumenta os custos de capital e os custos de operação. Além disso, o valor dos hidratos de carbono do milho é mais alto do que o do melaço, por exemplo, sendo que o milho e a mandioca (os dois amidos de maior interesse) requerem fonte externa de combustível. Os hidratos de carbono das matérias celulósicas têm complexidade maior e devem ser convertidos em açúcares através do processo mais complexo de ácido-hidrólise, o qual apresenta menor eficiência global na conversão de hidratos de carbono em álcool.

VIII A **tecnologia básica** para produção de etanol de açúcar e de amido é bastante conhecida. Nas usinas de açúcar, que são as mais simples, a cana é lavada, moída e filtrada para separar a celulose (bagaço) do caldo. Seco, o bagaço serve como lenha para gerar vapor e energia. O caldo de cana é concentrado, esterilizado e fermentado num sistema descontínuo (por fornada). O etanol é separado dos sólidos da fermentação e do volume de água na solução de álcool de 8 a 10%, e destilado pelo processo descontínuo. A corrente de resíduos chamada vinhoto contém cerca de 2 a 3% de nutrientes fertilizantes que devem ser adequadamente despejados para evitar problemas ambientais. O processo básico para outras matérias ricas em açúcar é o mesmo. Usinas de amidos têm concepção idêntica, mas há no início do processo uma etapa a mais para reduzir o amido em açúcar fermentável. Ademais, uma vez que a mandioca e o milho praticamente não contém celulose, não há produção de bagaço e a energia necessária (mais alta do que a das usinas de açúcar) deverá vir de fonte externa. Em geral a produção de álcool de celulose envolve processos mais complexos e longos do que os de açúcar e amidos. Ainda não há processos comprovados para usinas de porte comercial nos países em desenvolvimento; mas esforços consideráveis estão sendo feitos em muitos países e é possível que, durante a próxima década, matérias celulósicas possam se tornar fonte importante de álcool de biomassa.

IX Até recentemente a produção de álcool de biomassa era baseada em tecnologia antiga, já que a procura de etanol para bebidas e uso químico não eram muito sensível aos custos de fabricação. Conseqüentemente, os processos e os tipos de equipamentos não foram beneficiados pelos recentes progressos havidos na técnica e concepção em outros setores da indústria química. Mas dado o interesse crescente no etanol como combustível, grande número de importantes companhias de engenharia, de equipamentos e

outros grupos estão envidando esforços para melhorar a base tecnológica e concepção de fábricas de álcool para aumentar sua eficiência. O grosso de tais esforços tem recaído sobre quatro campos principais: (a) desenvolvimento da tecnologia de fermentação contínua para produzir álcool de concentração mais alta (até 12% de conteúdo de álcool, em lugar dos 8 a 10% atualmente possíveis); (b) melhoria da eficiência energética da produção de etanol através de destilação mais eficiente e melhor dispositivo de recuperação de calor, usando tecnologia comercialmente comprovada em outras indústrias químicas; (c) utilização de resíduos agrícolas como matérias-primas ou como combustível; (d) desenvolvimento de culturas energéticas alternativas para reduzir a dependência da biomassa rica em açúcar. Essas culturas poderão ser o sorgo doce, a madeira, o babaçu e outras culturas que produzam rendimento alto de amido ou açúcar por hectare, e ainda produzam um componente de celusose usável como combustível.

X A economia da produção e uso de etanol de biomassa depende de um número complexo de fatores, alguns dos quais de difícil quantificação. Os fatores específicos que complicam a análise econômica dessa produção incluem: (a) o etanol pode ser produzido de grande número de matérias de biomassa, a maioria das quais ainda não foi testada em escala comercial; (b) o custo econômico das matérias de biomassa varia de país para país, dependendo da disponibilidade e da qualidade das terras, da produtividade agrícola, do custo da mão-de-obra, etc; (c) a atual tecnologia da produção de etanol foi desenvolvida para ser aplicada em circunstâncias onde o custo de produção e o consumo de energia não eram importantes, sendo que os esforços para desenvolver tecnologia conveniente à produção de etanol em larga escala datam de época recente; (d) a experiência é limitada em matéria de construção e funcionamento de usinas de etanol, exceto no Brasil; (e) os custos de produção do etanol dependem da localização, porte e tecnologia das usinas, variando muito de país para país; (f) o valor econômico do etanol varia substancialmente com as diversas aplicações, e os dados disponíveis sobre o uso de etanol em larga escala são bastante limitados; (g) o preço econômico da gasolina e do etileno (os dois principais derivados do petróleo que podem ser substituídos pelo etanol) em cada país irá depender não só dos preços futuros do petróleo, que são incertos, mas também das características da indústria de refinação doméstica e da indústria química doméstica; e (h) muitos países consideram de grande valor estratégico a substituição, pelos recursos domésticos, da energia de petróleo importada, o que, mesmo sendo fator legítimo, é difícil de quantificar. Portanto, a economia de produção e uso do etanol irá depender em cada país da situação específica de cada projeto.

XI Este estudo analisa a economia da produção de álcool em usinas "padronizadas", funcionando sob parâmetros que simulam as condições que se espera prevaleçam nos diferentes países. Conquanto esta análise não dispense para nenhum país a necessidade de estudos específicos que devem ser empreendidos, ela identifica parâmetros amplos que podem ser utilizados na seleção de países e situações que justifiquem análise mais detalhada. Os resultados das análises estão ilustrados por uma série de gráficos integrantes deste relatório e sucintamente resumidos abaixo.

XII Nos países de custo médio de capital, a produção de etanol de cana-de-açúcar afigurar-se-ia econômica à luz do nível de preço do petróleo no início de 1980 (cerca de 31 dólares o barril f.o.b., no golfo Pérsico, aproximadamente o equivalente a um preço da gasolina na refinaria de cerca de 0,27 centavos o litro ou 1 dólar o galão), desde que o custo econômico da cana-de-açúcar na porta da usina fosse então de menos de 14 dólares 1/ a tonelada. O custo de produção da cana-de-açúcar em muitos países relativamente eficientes é estimado abaixo desse nível; o valor de oportunidade baseado no preço médio do açúcar segundo a projeção do Banco Mundial até 1985 é de 16 centavos a libra, cerca de 17 dólares a tonelada (a preços constantes em dólares do final de 1979). A econo-

---

1/ Ver item C da tabela 15, página 46.

mia da produção de etanol de cana-de-açúcar é particularmente sensível ao preço econômico da gasolina e seu aumento futuro, e ao custo da matéria-prima; é sensível também ao custo de capital das instalações para produção de etanol, o qual é determinado: (a) pelo custo de instalação da destilaria de álcool; (b) pelo número de dias de funcionamento por ano; e (c) pela economia de escala.

XIII A produção de etanol de melaço com excedente de bagaço como fonte de combustível (em país de médio custo de capital) será provavelmente econômica à luz dos preços atuais do petróleo, caso o custo econômico do melaço na usina seja inferior a 60 dolares por tonelada. Entretanto, no caso em que o óleo combustível (ou qualquer outro combustível de valor alto) seja usado na destilaria em vez de bagaço excedente, em virtude de ineficiência no funcionamento da usina, a produção de etanol pode se tornar economicamente muito menos convidativa. Usinas de etanol de mandioca e milho são menos atraentes quando comparadas às de cana-de-açúcar e de melaço, em virtude da necessidade de adquirir energia em fonte externa e a um mais alto custo de capital. Para compensar essas inconveniências, cumpre que as usinas obtenham suas matérias-primas a um custo relativamente baixo; o custo de entrega da mandioca precisaria ser de menos de 13 dólares a tonelada e do milho de aproximadamente 1 dólar o alqueire (bushel) para as usinas que disponham da tecnologia atual e utilizem combustível de petróleo. Todos esses números devem ser considerados numa larga ordem de grandeza, já que diferem de país para país e de projeto para projeto. Se bem que a produção de etanol de madeira possa oferecer promessas animadoras a longo prazo, são necessários esforços significantes no desenvolvimento da tecnologia antes que a madeira se torne fonte economicamente rentável e viável de energia líquida.

XIV As **perspectivas gerais** da produção de álcool de biomassa nos países em desenvolvimento podem ser tentativamente apreciadas mediante a identificação, em primeiro lugar, dos países que ofereçam uma relação agricultura/energia capaz de sustentar um programa de energia de biomassa; depois, selecionar dentre eles aqueles cujos parâmetros econômicos possam tornar a produção de álcool economicamente convidativa. Os países em desenvolvimento que têm excedente de produção agrícola mas são deficitários em matéria energética serão provavelmente os mais decididos em desenvolver programas extensos de energia de biomassa para reduzir sua dependência de energia importada. A maioria dos países com programas de álcool viáveis parecem pertencer a esse grupo. Entretanto, muitos dos grandes países em desenvolvimento são importadores de produtos agrícolas e de energia. Portanto, é provável que em muitos desses países a produção de etanol somente será convidativa se baseada em excedentes de matérias de biomassa, como melaço, resíduos de safra agrícola (ou cana-de-açúcar durante os períodos de excedentes mundiais de açúcar).

XV Os méritos econômicos relativos da produção de álcool variam de país para país, dependendo dos parâmetros econômicos específicos de seus setores agrícola, industrial e energético, sendo mais críticos os seguintes:

(a) **Perfil de culturas**. Os países que produzem cana-de-açúcar e melaço em larga escala e dispõem de excedentes têm maior probabilidade de realizar programas de álcool do que os países onde a produção agrícola seja orientada para culturas de trigo, milho, café, chá ou soja.
(b) **Custo econômico da produção de matérias-primas de biomassa**. Os países com excedentes ou custo baixo de matéria de biomassa são candidatos viáveis a programas de álcool. Produtores de cana-de-açúcar e de mandioca a custo relativamente eficientes provavelmente acharão economicamente vantajosa a produção de etanol para mistura com gasolina.
(c) **Custo de capital da usina**. Os países com experiência ampla em instalações industriais, grandes mercados domésticos para manufatura de equipamento e custo de mão-de-obra relativamente baixo terão custos de investimento bem menores e, portanto, a produção de álcool lhes resultará mais econômica do que nos países com setores

industriais incipientes, que dependam de equipamento importado e assistência externa para construção e funcionamento de usinas.

(d) **Custos de Distribuição.** Os países interiores ou em regiões remotas com infra-estrutura limitada, onde o valor econômico da substituição da gasolina seja muito alto, podem justificar alguma produção de etanol mesmo no caso de as matérias-primas ou os custos das instalações serem altos.

(e) **Fonte de combustível.** Para a produção de etanol de biomassa que não seja cana-de-açúcar, é importante a disponibilidade de fonte de combustível de baixo custo, não derivado de petróleo (i.e., madeira, carvão barato).

XVI A produção de etanol de biomassa pode gerar grande número de **empregos**, essencialmente nas áreas rurais, a custo relativamente baixo. Por exemplo, calcula-se que o número de empregos diretos a serem criados pelo programa de álcool do Brasil entre 1980-85 atingirá a 450.000 a um custo de investimento de cerca de 10.000 dólares por emprego criado. Embora o número de novos empregos que possa ser criado pela produção potencial de álcool em muitos outro países e o custo por emprego sejam diferentes, a produção de álcool oferece oportunidade convidativa para aumentar o emprego rural.

XVII A possibilidade de produção de álcool de biomassa em larga escala trouxe à baila a questão de se e até que ponto esse desenvolvimento vem aumentar a **competição** no uso da terra e no dos outros recursos agrícolas que de outro modo produziriam alimentos e outros produtos. A questão é compexa e às vezes emocional. O fator essencial a ter em conta na avaliação da competição futura para os recursos agrícolas é o movimento relativo dos preços da energia e da alimentação. Numa base global, é plausível um aumento maior nos preços da energia do que nos alimentos ou outros produtos agrícolas, pelo menos nas próximas décadas. Admitindo que isso ocorra, o conflito potencial no uso da terra entre as culturas de subsistência, exportação e culturas energéticas aumentará à medida que as forças econômicas tendam cada vez mais a atrair recursos agrícolas para a produção de energia. A produção de energia de biomassa exigirá opções difíceis e as prioridades deverão ser cuidadosamente determinadas.

XVIII O conflito potencial no uso da terra pode ser mais imaginário do que real em países onde existam recursos agrícolas abundantes e novas terras possam tornar-se produtivas a um custo razoável. Em outras partes, políticas governamentais apropriadas podem reduzir uma possível competição entre as culturas de energia, de subsistência e de outros produtos agrícolas. Tais políticas deviam tender a reduzir o custo/valor econômico da matéria-prima usada na produção de energia de biomassa. Uma estratégia conveniente de longo prazo para a questão do conflito potencial no uso da terra entre culturas de energia e culturas de subsistência seria promover o uso de matérias-primas como madeira e mandioca, que podem ser cultivadas em terras não apropriadas a outras culturas. Por exemplo, em terras semi-áridas com alto risco de produção para muitas culturas comerciais, poder-se-á cultivar mandioca como cultura de energia. Tais esforços exigirão naturalmente enfoques cuidadosos, pesquisa permanente e esforço crescente em cada país. O apoio a este tipo de pesquisa, envolvendo tanto a produção quanto a utilização de biomassa, deve fazer parte de todos os programas de desenvolvimento de energia de biomassa.

XIX A produção de biomassa vai exigir coordenação íntima entre vários setores de atividades. De modo geral, em muitos países, setores petrolíferos, industriais e agrícolas terão interesses conflitantes em matéria de combustível de álcool. O setor de petróleo, responsável pela mistura e distribuição de álcool, exigirá álcool de alta qualidade, relutará em alterar as proporções de refinação, preferirá fornecimento mensal igual e garantido, e desejará preço baixo para o álcool. Por outro lado, o setor industrial reivindicará preço mais alto para o álcool, preferirá álcool de baixa qualidade para reduzir os custos, mercados garantidos e fornecimento de matérias-primas garantido, entregas de álcool ajustadas ao seu curto período de produção para reduzir os custos de inventário e de investimentos. O setor agrícola, por sua vez, preferirá preços altos e mercados

garantidos para sua produção e, a longo prazo, o direito de mudar para outras culturas se novas condições as tornarem mais lucrativas. O sucesso dos projetos de álcool exigirá necessariamente uma associação íntima dos sistemas agrícolas, de produção de álcool e mercados garantidos no setor de energia, ligados por um suprimento seguro de matéria-prima e rede de distribuição de álcool. Assim, as usinas de álcool não poderão ser avaliadas isoladamente; deverão ser projetadas e avaliadas como parte de um **sistema integrado de álcool.**

XX É indispensável que o estímulo à produção de álcool seja secundado por uma ação governamental firme a fim de equilibrar as necessidades variadas e não raro conflitantes dos diferentes setores da economia. A ação governamental deverá exercer-se particularmente sobre os pontos seguintes: (a) promoção ativa do uso do etanol como mistura de gasolina (ou outras aplicações economicamente viáveis), por meio de projetos de demonstração e acordos com as indústrias automóvel e química; (b) desenvolvimento de projetos de usinas de etanol, eficientes do ponto de vista energético, com apoio financeiro do Estado; (c) promoção da produção de álcool, garantindo o escoamento dessa produção e assegurando o suprimento das matérias-primas necessárias; (d) estímulo à produção das matérias-primas de biomassa mediante incentivos apropriados e adoção de meios necessários em matéria de pesquisa, divulgação e crédito agrícolas; (e) concepção de um sistema coordenado de preços do álcool, aplicável aos setores da energia, da indústria e da agricultura, de modo a controlar as clássicas e consideráveis distorções entre os preços agrícolas e os da energia, e a proporcionar os incentivos financeiros necessários à promoção do álcool como substituto do petróleo.

XXI O mecanismo mais conveniente para chegar-se a decisões adequadas em matéria de políticas e expandir os incentivos indicados anteriormente consiste em desenvolver um amplo **programa nacional de álcool**, com representação de todos os organismos interessados, dos setores governamental e privado. É essencial que cada programa de álcool seja concebido e avaliado no contexto global da política e dos objetivos de desenvolvimento nacional, e que os projetos individuais sejam avaliados e apoiados à luz dessa política.

XXII O Banco Mundial pode desempenhar papel importante na ajuda aos países em desenvolvimento mediante: (a) a avaliação do potencial, perspectivas e viabilidade da produção de álcool; (b) a formulação das políticas necessárias para explorar prudentemente esse potencial, quando justificado; (c) a preparação de programas nacionais de álcool; (d) a transferência de tecnologia apropriada a cada caso através de financiamento desses programas; e (e) o apoio ao desenvolvimento das instituições e organizações responsáveis por essas atividades. Até agora, o nosso envolvimento inicial em vários países indica que a assistência de entidades como o Banco é urgentemente necessária nessas áreas cruciais para permitir que os países em desenvolvimento, tanto com excedente de matéria-prima de biomassa como com grande potencial de produção de biomassa, desenvolvam rápida e eficientemente esta fonte renovável de energia.

XXIII A decisão do Banco neste momento, de apoiar ativamente os programas de álcool economicamente justificados, contribuirá para atrair a atenção das entidades responsáveis nos países em desenvolvimento para o potencial (e limitações) da produção do álcool de biomassa. Pode-se esperar também efeito catalítico em outras fontes de financiamento; e mesmo se o apoio ativo do Banco for limitado a programas de álcool para um número selecionado de países, ele poderá estimular a exploração desse potencial em número maior de países. O Banco pode também facilitar a transferência de experiência no domínio dos programas de álcool entre os seus países membros. Finalmente, o apoio do Banco aos programas de produção de álcool de biomassa é coerente com seus esforços de promoção do desenvolvimento de fontes não convencionais e renováveis de energia. Esta nova área de atividade complementará o aumento de empréstimos do Banco para o desenvolvimento de fontes de energia convencionais, tais como petróleo, gás, carvão e energia hidroelétrica.

Capítulo I: INTRODUÇÃO

1.01 Há pelo menos 2.000 anos os egípcios já produziam álcool de biomassa para consumo humano. Quando ocorreu o advento do automóvel em escala comercial, nos fins do século passado, o álcool foi inicialmente considerado como o combustível automotor lógico. O álcool de biomassa foi também fonte principal de matéria-prima para produção de produtos químicos durante boa parte deste século. Entretanto, com as grandes descobertas de jazidas de petróleo e o declínio constante do custo de entrega dos produtos petrolíferos até o início da última década, a biomassa como fonte do álcool perdeu o mercado em favor dos derivados de petróleo-gasolina, diesel, nafta, óleo combustível e etileno. Todavia, tendo o preço do petróleo aumentado mais de dez vezes no decurso da última década e havendo uma preocupação crescente no respeitante ao fornecimento desse produto em termos da satisfação das necessidades futuras, ressurgiu o interesse pela produção de álcool de biomassa. Esse interesse renovado baseia-se em razões econômicas e razões estratégicas.

1.02 O álcool de biomassa é a principal fonte de energia renovável que oferece perspectivas de substituir, pelo menos em parte; os produtos derivados do petróleo, por um combustível líquido de boa qualidade. Contribuindo para a substituição dos derivados mais leves de petróleo, isto é, a gasolina, o óleo diesel e a nafta, o uso do álcool pode complementar os esforços de promoção do carvão e da energia hidroelétrica como substitutos dos derivados mais pesados do petróleo, como os óleos combustíveis. Isso permitirá, pelo menos teoricamente, a substituição da gama completa dos derivados do petróleo. A tecnologia básica da produção de álcool, bastante conhecida, é passível de ser facilmente transferida para a maioria dos países em desenvolvimento, ainda que, em muitos domínios, progressos técnicos sejam viáveis e desejáveis para tornar a tecnologia mais econômica. A produção de álcool requer unidades de porte médio que podem ser instaladas em zonas rurais, constituindo fonte importante de novos empregos a custo relativamente baixo. Sob certas circunstâncias, a produção de álcool pode oferecer mercado para produtos agrícolas excedentes e concorrer para a estabilidade da renda rural. Entretanto, a economia da produção e consumo de álcool, mesmo aos preços atuais do petróleo, depende fortemente da situação específica dos setores agrícolas, industriais e energéticos de cada país. A produção de álcool em grande escala implicaria, ainda, na maioria dos países, em opções delicadas entre culturas de produtos alimentares e de produtos energéticos.

1.03 Os dois tipos principais de álcool são o álcool etílico (etanol) e o álcool metílico (metanol), ambos podendo ser obtidos de hidrocarbonetos (petróleo/gás) e de biomassa. O etanol pode ser produzido de várias matérias da biomassa (açúcares, amidos e celuloses), sendo sua tecnologia de produção comprovada, acessível e simples; tem uma série de aplicações potenciais como matéria-prima na indústria química; e o seu uso como mistura de gasolina ou substituto dela não acarreta problemas técnicos ou ambientais importantes. A capacidade técnica para produzir metanol de madeira, embora já demonstrada, está menos desenvolvida, e a partir da gaseificação de outras matérias-primas da biomassa ainda não foi comercialmente comprovada. O metanol, como matéria-prima na indústria química, tem também aplicação mais limitada do que o etanol e apresenta alguns problemas técnicos e ambientais como combustível automotor, já que é tóxico. Em virtude dessas razões técnicas, e também porque a matéria-prima da biomassa mais abundante nos países em desenvolvimento com déficit de importação de petróleo e provavelmente, mais adequada para a produção de etanol, este constitui o álcool com interesse mais imediato para esses países. Assim, este relatório discute principalmente o potencial e as perspectivas da produção de etanol de biomassa nesses países.

1.04 Os capítulos II a VII deste estudo são de natureza técnica: discutem as características físicas e químicas do etanol, seu teor energético, seu uso corrente e potencial nos setores dos tranportes, da indústria e da energia, o resumo histórico de sua produção e consumo, suas fontes de matéria-prima atual e potencial, a tecnologia de sua produção e os custos pre-

vistos das usinas de álcool. O capítulo VIII versa sobre os aspectos econômicos da produção e utilização do etanol, e identifica as variáveis fundamentais que determinam a rentabilidade de sua produção em função de relações plausíveis entre os custos e os preços. O capítulo IX examina as perspectivas da produção de etanol nos países em desenvolvimento, e identifica preliminarmente as características dos países onde os parâmetros econômicos da produção de etanol parecem suficientemente convidativos para justificar a iniciativa de análises mais profundas. As questões principais que requerem exame mais cuidadoso na concepção de programas nacionais de álcool nos países em desenvolvimento são brevemente discutidas no capítulo X. Finalmente, o capítulo XI trata do papel potencial do Grupo do Banco na promoção do desenvolvimento judicioso desta fonte renovável de energia.

1.05 Em conseqüência das rápidas alterações na conjuntura mundial do petróleo, qualquer análise econômica de fontes alternativas de energia contém um elemento de incerteza. Entretanto, não se deve negligenciar a probabilidade de ocorrer, a prazo médio, considerável progresso na tecnologia da produção de álcool. Assim, o presente relatório deve ser considerado apenas com caráter indicativo. A viabilidade de qualquer projeto de álcool num dado momento, somente pode ser determinada mediante avaliação cuidadosa do país em causa e das características específicas do projeto.

Capítulo II: **CARACTERÍSTICAS DO ETANOL**

A. Propriedades Físicas e Químicas

2.01 O etanol é um produto químico orgânico geralmente empregado como solvente em medicamentos e na fabricação de bebidas. Pode ser utilizado também como combustível, mas é, em geral, menos eficiente do que os combustíveis oriundos de hidrocarbonetos (exceto no caso observado no par. 3.05). Na Tabela 1 as principais propriedades físicas e químicas do etanol são comparadas às do metanol, da gasolina, do óleo diesel e do óleo combustível.

2.02 O etanol é totalmente solúvel na gasolina, no óleo diesel e no óleo combustível, desde que não haja presença de água. Em presença de água, o álcool absorve-a preferencialmente e separa-se em duas fases, não sendo possível utilizar a mistura como combustível automotor. Se bem que o etanol anidro (99,8% de pureza) seja completamente misturável com a gasolina a temperaturas normais, em presença de pequenas quantidades de água produz-se uma segregação com uma fase superior rica em gasolina e uma fase inferior rica em álcool. A fase etanol-água pode afogar o motor e tem ação corrosiva sobre as peças que o compõem. Como os sistemas de depósito de gasolina contém normalmente alguma água, a mistura da gasolina com o álcool bem como a distribuição do "gasool" exigem controle estrito de qualidade, em ordem a minimizar a presença de água, assim como um local para preparação da mistura tão próximo quanto possível do consumidor final, a fim de reduzir ao mínimo os problemas da segregação postos pela água.

2.03 As propriedades que afetam a eficiência da combustão automotora (valor calorífico, ponto de ignição, pressão da mistura gasosa, auto-ignição, limites de inflamabilidade e índice de octana) diferem consideravelmene entre o etanol e os combustíveis de hidrocarboneto. A análise desta matéria é complexa e tem sido estudada detalhadamente por muitos pesquisadores. 1/ Em geral, o etanol mistura-se bem com a gasolina e a combustão da mistura em motores de combustão interna (ou de ciclo de Otto) processa-se em boas condições. As propriedades da combustão do óleo diesel são substancialmente diferentes das da gasolina ou do etanol, e este não pode ser usado como substituto do óleo diesel sem outros aditivos (par. 3.11).

1/ as referências bibliográficas típicas são: (a) IAP, publicação nº 4.261 julho de 1976; (b) C.B. Pullman, Universidade de Santa Clara, novembro de 1979; (c) J.L. Keller, Union Oil Company, novembro de 1979; e (d) Brinkman, et. al., (vs) Sociedade de Engenharia Automotiva.

Tabela 1

PRINCIPAIS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO ETANOL E DOS COMBUSTÍVEIS DE HIDROCARBONETO

Propriedade	Etanol	Metanol	Gasolina	Óleo Diesel	Óleo Combustível
Fórmula	CH_3CH_2OH	CH_3OH	C_4 a C_{12} Hidrocarbonetos	C_{14} a C_{19} Hidrocarbonetos	C_{20}^+ Hidrocarbonetos
Peso Molecular	46,1	32,0	média 100-105	média 240	-
Composição (perc. de peso)					
Carbono	52,2	12,5	85-88	85-88	85-87
Hidrocarboneto	13,1	12,5	12-15	12-15	10-11
Oxigênio	34,7	50,0	neg.	neg.	neg.
Peso específico	0,79	0,79	0,72-0,78	0,83-0,88	0,88-0,98
Temperatura de ebulição, °C	78	65	27-225	240-360	360 +
Ponto de ignição	13	-	-43	38	66
Temperatura de auto-ignição, °C	423	878F	257	-	-
Limites de inflamabilidade (volume %)					
Baixa	4,3	-	1,4	-	-
Alta	19,0	-	7,6	-	-
Índice de octana					
(Pesquisa)	106-111	106-115	79-98	-	NA
(Motor)	89-110	82-92	71-90	-	NA
Índice de cetano	0-5	NA	5-10	45-55	NA
Solubilidade na agua	Infinita	Infinita	0	0	0

NA — Não Aplicável.
Fonte: Instituto Americano de Petróleo (IAP)

B. Conteúdo Energético do Etanol

2.04 O calor de combustão correspondente aos diversos combustíveis comuns é indicado na tabela seguinte:

2.05 O valor econômico de um combustivel é função: (a) de seu valor calorífero; (b) da eficiência do sistema de combustão; e (c) de diversas outras propriedades, como o impacto ambiental e a facilidade de uso, as quais variam com o tipo de aplicação. O efeito desses três fatores sobre o valor econômico do etanol como combustível é diferente consoante o tipo de aplicação, como se discute no capítulo III.

Tabela 2

VALOR CALORÍFICO DOS COMBUSTÍVEIS COMUNS

	UTB/libra	Kcal/kg	kc/litro
Gasolina	18.900	10.500	7.700
Óleo Diesel	18.500	10.280	8.738
Óleo Combustível (No. 6)	17.200	9.560	8.795
Etanol	11.500	6.390	5.048
Metanol	8.570	4.760	3.790
Carvão (Típico, com baixo teor de resíduos)	8-10.000	4.440-5.550	-

Capítulo III: **USO CORRENTE E USO POTENCIAL**

3.01 O etanol tem presentemente três aplicações principais, (a) como bebida alcoólica (exemplos: vodka, gin); (b) como produto químico intermediário (para uso em artigos de toilete, cosméticos, produtos farmacêuticos etc.); (c) como matéria-prima para a produção de outros produtos químicos (exemplo: acetaldeído). No respeitante às duas últimas aplicações, o etanol de fermentação (biomassa) vinha constantemente perdendo terreno para os produtos mais baratos derivados do petróleo, inclusive para o etanol sintético (capítulo IV). Por volta do início deste século, o etanol era igualmente considerado favoravelmente como combustível para automóvel. Dada a decuplicação dos preços do petróleo ocorrida no curso do último decênio, o etanol oriundo de biomassa voltou de novo a ser considerado para um número de aplicações que tinha perdido em proveito dos derivados do petróleo. Como substituto do petróleo, o etanol de biomassa tem quatro principais aplicações possíveis: (a) combustível para caldeira como substituto do óleo combustível ou de outros combustíveis; (b) substituto da gasolina; (c) substituto do óleo diesel; (d) produto químico ou matéria-prima para outros produtos. Os aspectos técnicos que determinam a viabilidade e os méritos dessas aplicações são discutidos nas páginas seguintes, enquanto que os aspectos econômicos correspondentes são examinados no capítulo VIII. Basicamente, o uso do etanol como combustível para caldeira não explora completamente o seu potencial como combustível líquido de superior qualidade; mas como substituto de óleo diesel, o etanol apresenta sérias inconveniências técnicas. Por outro lado, as suas singulares propriedades físicas e químicas tornam o etanol mais valioso como matéria-prima de produtos químicos e como substituto da gasolina, do que como combustível de caldeira.

A. Uso do Etanol na Alimentação de Caldeiras

3.02 Quando usado para combustão direta, tal como combustível de caldeira, o etanol substitui o óleo combustível na razão direta do respectivo valor calorífico. Nesse caso, não se aproveitem as outras características físicas e químicas do etanol. Assim o valor energético do etanol como combustível de caldeira é cerca de 66% do valor do óleo combustível em termos de peso, ou 57% em termos de volume. Nas caldeiras, a combustão processa-se com praticamente 100% de eficiência e com um rendimento térmico global da ordem de 75 a 85%. Conseqüentemente, é pouco provável que essa aplicação do etanol, embora tecnicamente a mais fácil, se revele econômica num futuro próximo, exceto em algumas circunstâncias específicas, que serão discutidas posteriormente.

B. Uso do Etanol como Substituto da Gasolina

3.03 O uso do etanol em mistura com a gasolina e/ou como seu substituto tem despertado maior interesse, tanto por substituir diretamente um derivado do petróleo de alta qualidade usado em grande escala em todo o mundo, quanto por permitir o aproveitamento de suas várias características físicas e químicas. Quando usado em motor de combustão interna,

seja como mistura, seja como substituto da gasolina, o etanol melhora significativamente a eficiência da combustão e o índice de octana, e introduz também alterações em outras características de funcionamento do motor, tais como a partida, a carburação e as emissões de gás. O etanol pode ser usado como combustível de automóvel, ora como "gasool", caso em que se mistura à gasolina numa proporção de até 20% de álcool anidro (99,8%), ora como álcool hidratado (94% de pureza), caso em que o etanol é usado puro. O valor econômico do álcool como substituto da gasolina é bastante diferente nessas duas modalidades (anidro e hidratado), conforme se descreve nas páginas seguintes.

3.04 Estabelecer o valor econômico do etanol como combustível de motor de automóvel em relação à gasolina implica uma análise complexa que envolve as propriedades físicas e químicas do etanol, a eficiência da combustão, as especificações mecânicas detalhadas dos motores da frota automóvel, as condições de estrada e as normas de emissão de gás. Na verdade, o rendimento de diferentes combustíveis em termos de quilometragem é difícil de ser medido, uma vez que é difícil estabelecer procedimento de testes controlados que ao mesmo tempo correspondam a uma ampla variedade de veículos e condições de estrada em cada país, sem falar no grande número de variáveis que necessitam de ser avaliadas. Entretanto, a tecnica mais aceitável parece ser a do teste dinamométrico de laboratório, cujos resultados, embora relativos, são repetíveis.

3.05 Os fatore principais que afetam a eficiência e, portanto, o valor econômico de um combustível são o indice de octana, a taxa de compressão do motor e a proporção da mistura de combustível/ar no carburador. Um motor "normal" movido a gasolina de octana baixa (87-90 PIO) 1/ terá uma taxa de compressão (TC) de cerca de 7-8 para 1. Modelos antigos desse motor de gasolina foram ajustados para funcionar com uma mistura rica de combustível a fim de obter ignição e aceleração mais rápidas, em deterioro de um maior consumo de combustível e aumento de emissão de gás de escapamento. As especificações mais recentes de carburação em motores nos países desenvolvidos permitem uma mistura "pobre" de combustível/ar a fim de conseguir economia de combustível, mas com alguma perda de rendimento (i.e., características de aceleração e partida a frio). Testes de consumo, principalmente no Brasil e nos Estados Unidos, indicam que o motor "normal" atinge aproximadamente o mesmo rendimento de combustível, tanto com gasolina regular de 87-90 PIO, quanto com "gasool", (numa mistura de até 20% de etanol). O rendimento total do motor e a eficiência de utilização do combustível podem ser substancialmente melhorados mediante o aumento da taxa de compressão até 12-15 para 1. Entretanto, tal alteração do motor requer combustível de octanagem muito mais alta (cerca de 96-98 PIO) para evitar irregularidades na combustão no cilindro do motor. Tais especificações de motor eram comuns nos carros de alto rendimento nos Estados Unidos durante os anos de 1960 e até certo ponto atualmente na Europa.

3.06 O etanol, que tem um índice de octana muito mais elevado, quando utilizado em "gasool" aumenta o índice de octana da mistura, em função do indice de octana de base da gasolina (uma mistura de 20% de etanol com gasolina de 87 PIO eleva o índice de octana do "gasool" a 94 PIO). Esse aumento de octanagem permite a eliminação dos aditivos de chumbo prejudiciais ao meio ambiente e que se empregam para elevar o índice de octana da gasolina de 3-5 pontos; possibilita igualmente economia substancial de energia nas operações de refinação na medida em que a produção de uma gasolina de baixo indice de octana exige menor processamento (a gasolina sem aditivo de chumbo custa 4 a 5% mais do que a gasolina regular, devido a esse processamento extra). Todavia, tais economias são relevantes principalmente nos países desenvolvidos, porque neles: (a) o índice de octana da gasolina é mais alto; (b) o uso de aditivos de chumbo é considerado inaceitável do ponto de vista do meio ambiente; e/ou (c) a procura de gasolina em proporção à de outros derivados do petróleo é alta, o que exige maior elaboração na refinaria.

1/ Pesquisa de indice de octana.

3.07 Os atuais motores de automóvel de combustão interna não necessitam de qualquer modificação para usar "gasool" que não contenha mais de 20% de etanol. Os testes realizados em muitos países e a experiência prática no Brasil demonstram que os carros têm praticamente o mesmo rendimento quilométrico (i.e. a mesma economia de combustível) seja movido a gasool ou a gasolina comum. Os resultados de testes individuais naturalmente dependem de diferentes fatores (inclusive o índice de octana, o valor do combustível, o tipo de carro, a eficiência térmica, as condições ambientais, etc.), que influem no rendimento quilométrico. Portanto, o valor do etanol como substituto da gasolina no "gasool" é considerado equivalente ao custo econômico da gasolina.

3.08 As características de combustão do **etanol puro** são bastante diferentes das da gasolina pura. A fim de obter os melhores resultados com a utilização do etanol puro e auferir o máximo de benefício de seu elevado índice de octana (110 PIO) e de suas características físicas e químicas singulares, é necessário que a concepção do motor seja diferente, nomeadamente tenha taxa de compressão mais alta. Com base nos testes efetuados pela indústria automóvel brasileira, estima-se que a economia de combustível obtenível com etanol puro usado em motores de TC=11-12 representa 83 a 85% da que resultaria de gasolina usada em motores de TC=7-7,5 (i.e., um consumo relativo específico de etanol de 1,18 a 1,20 vezes). Conquanto não totalmente representativos das condições verdadeiras de estrada e não tão elaborados para realçar o rendimento da gasolina, como para otimizar o do álcool, os testes nem por isso deixam de ser indicativos da ordem de grandeza das possibilidades dos motores atuais de TC= 11-12 para 1. Esses valores são significantemente mais altos do que se esperaria, com base em seu valor calorífero, tal como indicado na tabela 2, página 4, em virtude de melhorias em matéria de eficiência na combustão do etanol. Cumpre interpretar com cautela os valores relativos, uma vez que alguns dos resultados são baseados em motores de concepção aperfeiçoada para uso de álcool, em contraposição aos motores de gasolina, sem qualquer alteração especial.

3.09 Para que os carros existentes funcionem eficientemente utilizando álcool hidratado puro, são necessárias várias modificações. Tais modificações são devidas: (a) à necessidade de uma taxa mais alta de compressão nos motores, a fim de tirar partido do índice de octana mais elevado do etanol e de suas características de combustão (o cabeçote do cilindro e o carburador devem ser modificados); (b) à natureza corrosiva do etanol (o tanque de combustível deve ser protegido por uma pintura anticorrosiva, e materiais diferentes devem ser usados nas peças do carburador, do sistema de escape e tubulação de entrada); (c) a necessidade de utilizar gasolina para arranque em tempo frio (um pequeno depósito de gasolina deverá ser incorporado).

3.10 O valor econômico do etanol hidratado deriva-se do valor do etanol anidro, uma vez levados em conta os fatores seguintes: (a) o aumento do custo de fabricação dos carros; (b) mais baixa eficiência de combustível correspondente a um mais baixo rendimeno quilométrico; (c) o aumento de rendimento em volume na produção de etanol, para a mesma quantidade de matéria-prima, graças ao volume de água; e (d) a economia nos custos de produção do etanol hidratado. A indústria automobilística brasileira calcula que os carros a álcool hidratado custarão cerca de 5% mais do que os modelos existentes. Relativamente ao aumento do volume de álcool devido ao maior conteúdo de água, uma destilaria poderá produzir, com o mesmo volume de matérias-primas, cerca de 6% mais de etanol hidratado do que de etanol anidro. Finalmente os custos de produção do álcool hidratado são mais baixos do que os do álcool anidro, em virtude de o maior grau de pureza deste exigir processamento mais elaborado. Para produzir etanol hidratado, numa destilaria convencional a última coluna (terceira) de destilação não é utilizada, o consumo de vapor é mais baixo cerca de 10 a 20%, e prescinde do uso de benzeno. 1/ Depois de considerar o custo adicional de um carro movido a álcool (5% a mais), o custo

1/ O bezeno é, em geral, acrescentado antes da fase final de destilação, para eliminar o azeótropo ou mistura em ebulição constante numa concentração de etanol a 95%.

menos elevado de produção de álcool de 94% (cerca de 5% mais baixo) e o consumo específico mais alto relativamente à gasolina regular (1,2 vezes), o valor econômico do etanol puro corresponde a 80-85% do custo econômico da gasolina comum. Estes valores relativos deverão ser um pouco diferentes nos países desenvolvidos em virtude de ser maior a diferença do consumo específico de combustível (devido à maior eficiência dos motores a gasolina), mas o uso de álcool permitiria redução substancial no equipamento de controle da poluição e/ou substituição de gasolina (sem aditivo de chumbo), assim como possíveis economias nos custos de operação das refinarias.

C. Uso do Etanol como Substituto do Óleo Diesel

3.11 Estão também sendo realizados esforços para usar o etanol como substituto do óleo diesel, produto médio de destilação do petróleo. Essa substituição, se complementada pela substiuição da gasolina por etanol e pela substituição de óleo combustível por carvão ou etanol, permitirá teoricamente a substituição da gama principal dos derivados do petróleo. O óleo diesel é usado essencialmente como combustível para motores de ignição por compressão. A possibilidade de utilização de um combustível em motores de ignição por compressão (ciclo diesel) está condicionada a dois fatores principais: (a) características de ignição (medida pelo seu índice de cetano ou "índice de óleo diesel"); (b) miscibilidade com óleos diesel normais, especialmente quando existe umidade.

3.12 No caso do etanol, a capacidade de auto-ignição e combustão uniforme, sob as condições de pressão e temperatura desenvolvidas nos motores diesel, é muito baixa, porque seu índice de cetano é de 0-5, quando o do óleo diesel normal é de 45-55. Os álcoois dissolvem-se pouco nos hidrocarbonetos não aromáticos e a sua solubilidade diminui com a temperatura. A solubilidade aumenta com o aumento do conteúdo aromático do óleo diesel de base. Pesquisas preliminares realizadas no Brasil sugerem tolerância maior do etanol nas misturas em que se adiciona gasolina, provavelmente devido ao aumento da aromaticidade, mas esse aumento tende a reduzir o índice do óleo diesel. A adição de álcoois superiores (álcool amílico e octílico em concentração de 1,25-2%) aumenta a solubilidade do etanol para 7-10%), embora acompanhada do aumento do consumo de combustível. A solubilidade do etanol nos hidrocarbonetos diminui em presença de água, mesmo em quantidades reduzidas. O **etanol puro** não é, portanto, adequado como combustível nos motores diesel.

3.13 O índice inicial de cetano e a composição química do óleo diesel de base bem como a temperatura ambiente determinam os limites de **mistura** do combustível diesel com o etanol (as misturas devem ter um índice diesel igual ou superior a 45). Tais limites devem ser da ordem de até 5%, com a possibilidade de chegar até cerca de 10%, mediante a adição de álcoois superiores. A indústria de automóveis e os institutos governamentais brasileiros intensificaram recentemente suas práticas de pesquisa nesse domínio e relatam que misturas de vários óleos vegetais e etanol (com ou sem mistura de gasolina) podem ser usadas como combustível em motores diesel. Embora essas entidades estejam persuadidas de que encontrarão soluções tecnicamente satisfatórias num futuro próximo, subsistem dúvidas consideráveis sobre o etanol como substituto econômico do óleo diesel: é que a maioria dos testes preliminares indica que o consumo específico do etanol é de 1,6-1,8 vezes o de óleo diesel.

D. Emprego do Etanol na Indústria Química

3.14 Antes do interesse recente pelo emprego do etanol como substituto da gasolina, era na indústria química que ele encontrava seus principais usos. É ainda nesse domínio que a maioria do etanol é mundialmente consumida, exceto no caso do Brasil (ver capítulo IV). O etanol é um produto químico muito versátil, que tecnicamente pode ser usado em uma ampla variedade de aplicações, tanto como produto químico intermediário quanto como matéria-prima para a produção de outros produtos químicos.

Como matéria-prima, até recentemente, o etanol tem sido substituído por derivados mais baratos do petróleo, como o etileno. E como produto intermediário, o etanol tem sido também produzido a partir dos derivados de petróleo (etanol sintético).

3.15 **Usos Diretos:** O principal uso direto do etanol (com exceção das bebidas) é como solvente. As maiores aplicações comerciais de etanol como solvente ocorrem na produção de artigos de toilete e cosméticos, detergentes e desinfetantes, no processamento de alimentos e drogas, no revestimento de superfícies, e na fabricação de produtos farmacêuticos. O etanol de fermentação é preferido ao etanol sintético, particularmente na Europa, nos casos de produtos de consumo humano (de uso externo), tais como especialidades farmacêuticas artigos de toilete e cosméticos. Em conseqüência, o etanol de fermentação normalmente tem cotação mais alta que o etanol sintético.

3.16 **Matéria-prima Química**: Na produção convencional de numerosos artigos químicos de pequeno volume a partir de derivados do petróleo (i.e., nafta, gás de etano) obtém-se em primeiro lugar o etileno, que em seguida é convertido em etanol e este finalmente transformado no produto químico final, por desidrogenação ou por oxidação. A maior parte da produção atual de etanol sintético destina-se a ser empregado como matéria-prima na produção de acetaldeído e outros derivados de acetil, éteres de glicol, aminas de glicol, éteres acrílico e acético, e outros produtos orgânicos intermédios. O próprio etanol pode também ser convertido em etileno pelo processo de desidratação. Sendo o etileno o produto intermédio mais importante na indústria petroquímica, entrando na fabricação da maioria dos produtos petroquímicos que se produzem em grande volume (tais como polietilenos, PVC, óxido de etileno, etc.) o etanol é tecnicamente matéria-prima potencial de grande número de produtos químicos. O gráfico na página 12 indica a variedade de produtos químicos que podem ser obtidos de etanol através do uso de três processos principais: (a) desidratação, (b) desidrogenação, e (c) oxidação.

3.17 Em geral, o uso de etanol de fermentação seria relativamente mais econômico para os produtos que envolvem oxidação e desidrogenação do que para os que envolvem produção de etileno através da desidratação do etanol. O processo de oxidação e desidrogenação confere ao etanol um valor mais alto do que o etileno, ao passo que, na desidratação de etanol, ocorre o contrário. Contudo, os três processos de conversão do etanol são atualmente concebidos para produção em pequena escala, relativamente aos processos modernos de fabricação de produtos de etileno que envolvem grandes usinas para aproveitar ao máximo o benefício das economias de escala. Contudo podem ocorrer circunstâncias especiais (como em países com pequenos mercados de produto-final e onde o preço econômico das importações é alto), em que a produção de derivados do etanol pelo processo de desidratação pode ser justificada. Já que o etanol constitui a viga-mestra da indústria petroquímica, a substituição em larga escala dos produtos petrolíferos pelo etanol de fermentação depende de o etileno derivado do etanol tornar-se competitivo com o etileno derivado da nafta ou do etano. Os aspectos econômicos de tal substituição são examinados no capítulo VIII.

Capítulo IV: **PRODUÇÃO E CONSUMO DE ETANOL**

4.01 Os processos industriais modernos de produção de álcool desenvolveram-se ao longo dos últimos 150 anos. Atualmente o etanol é produzido por dois métodos principais: a fermentação de açúcares por meio de levedura (etanol de fermentação) e a síntese de produtos derivados do petróleo, principalmente do etileno (etanol sintético). Na maioria dos países, o etanol de fermentação tem sido usado na fabricação de bebidas alcoólicas e em especialidades químicas, embora em alguns países, como o Brasil e a Índia, o etanol de fermentação coninue a ser usado também para outros fins industriais. O etanol sintético é usado em aplicações industriais em grande escala, porque estas toleram bem em seus processos pequenas impurezas químicas e ainda porque, no passado, o custo de produção do álcool sintético era inferior ao do etanol de fermentação. O panorama mundial da produção de etanol

Grafico 1: ALCOOL DE BIOMASSA

PRODUÇÃO DE PRODUTOS QUIMICOS DE ETANOL PELOS PROCESSOS PRINCIPAIS

INTERMEDIÁRIOS

PRODUTOS FINAIS

PELO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO

ETHANOL
ETHYLENE
OXIDO DE ETILENO
+ H_2O
+ NH_3
(+ ALCOOL)
VCM
PVC
+ CHLORINE
SOLVENTES CLORADOS
PE

GLICOIS DE ETILENO
FIBRAS SINTETICAS
ANTI-CONGELANTE

AMINAS DE ETANOL
TRATAMENTO DE SUPERFICIES
DEPURAÇÃO DO GAS

ÉTERES DE GLICOL
TINTAS (PINTURAS)
VERNIZES
TEXTEIS

– CANOS E TUBOS
SOLAS DE SAPATO
MATERIAL ELETRICO

– LIMPEZA – REMOÇÃO DE GRAXAS

– Ld HP or
Hd LP grades

PELO PROCESSO DE DESIDROGENAÇÃO

ETHANOL
ACETALDEHYDE
ALDOL
BUTANEDIOL
HYDROGEN
CROTONALDEHYDE (BUTENAL)
ETHANOL
BUTYRALDEHYDE
BUTYLENE GLYCOL
ETHYL HEXANAL (DIBUTAL)
2-ETHYL HEXANOL

POLYESTERS

PLASTIFICADORES
SOLVENTES

FIBRAS

PLASTIFICADORES
TINTAS E VERNIZES

PELO PROCESSO DE OXIDAÇÃO

ETHANOL
ACETALDEHYDE
ÁCIDO ACÉTICO
KETENE
OXIDAÇÃO DIRETA
ANIDRO ACETICO
75%
ACETATO DE VINIL
75%

SOLVENTES PARA PINTURAS
E REVESTIMENTOS

ACETATO DE CELULOSE
FILTROS DE CIGARROS

ACETATOS DE POLIVINIL
RESINAS

SOURCE: CIRA, RHONE POULENC

por país e segundo as fontes de matéria-prima, bem como as características do consumo dos produtos finais nos principais países consumidores, são brevemente discutidos na seqüência.

A. Produção Mundial de Etanol

4.02 A produção mundial de etanol em 1977 é estimada em 3 milhões de toneladas (1 bilhão de galões), dos quais 1,4 milhões de toneladas (48%) eram de etanol sintético e 1.6 milhão de toneladas (52%) era de etanol de fermentação. A produção sengundo os principais países produtores, é apresentada na tabela 3.

4.03 É provável que a produção real de etanol de fermentação seja bem mais alta do que a indicada na tabela, uma vez que quantidades consideráveis dessa produção não são referidas nas estatísticas internacionais. Historicamente, a produção de etanol sintético vem declinando desde o início dos anos 60, ainda que a capacidade de produção, principalmente, nos países da Comunidade Econômica Européia e da Ásia, deva elevar a capacidade mundial a cerca de 2,5 milhões de toneladas em 1983, contra 1,9 milhão de toneladas em 1978. Espera-se que a produção mundial de etanol de fermentação aumente significativamente de 1977 a 1985, principalmente em virtude do renovado interesse mundial pelo álcool carburante, e, em particular, por causa da quintuplicação de produção planejada pelo Brasil e do grande aumento esperado nos Estados Unidos durante esse período.

B. Resumo Histórico do Consumo de Etanol

4.04 É difícil reconstituir o padrão mundial de consumo de etanol devido à ausência de dados consistentes, particularmente no que respeita ao etanol de fermentação. Por isso, esta seção limita-se a discutir brevemente os aspectos históricos do consumo de etanol nos cinco maiores mercados — Brasil, Comunidade Econômica Européia (CEE), Índia, Japão e Estados Unidos — os quais, em 1977, correspondiam a cerca de 90% da produção mundial estimada de etanol.

Tabela 3

MUNDO: ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ETANOL, 1977

(em mil de toneladas)

País/Região	Sintético	Fermentação	Total	Proporção de Etanol Sintético em relação ao Etanol de Fermentação
Estados Unidos	588	42	630	93/7
Canadá	168	Negligenciável	168	cerca de 100
Inglaterra	215	39	254	85/15
França	95	226	321	30/70
Rep. Federal da Alemanha	101	82	183	55/45
Comunidade Econ. Européia	ND	214	214	ND
(Total da CEE)	(411)	(561)	(972)	(42/58)
Japão	80	110	190	42/58
Índia	4	340	344	1/99
Brasil	Negligenciável	525	525	Negligenciável
Europa Oriental	85	ND	85	ND
Outros	100	ND	100	ND
Total	1.436	1.578	3.014	42/58

ND — Não disponível.

4.05 **Estados Unidos**: Em 1978, o consumo de álcool desnaturado nos Estados Unidos totalizou 613.000 toneladas (205 milhões de galões), das quais 335.000 toneladas (55%) foram usadas como solvente e 260.000 como matéria-prima química. O consumo total de etanol alcançou 912.000 toneladas em 1965 e, a partir de então, caiu constantemente até chegar a 600.000 toneladas em 1975. Este declínio absoluto deveu-se ao considerável decréscimo de seu emprego como matéria-prima na indústria química, que baixou de 623.000 toneladas em 1965 para 292.000 toneladas em 1975 e para 260.000 toneladas em 1978. Simultaneamente, o emprego de etanol como solvente aumentou tanto em termos absolutos quanto em termos relativos, conforme se indica na tabela 4.

4.06 O emprego do etanol como matéria-prima na indústria química esteve em declínio até recentemente nos Estados Unidos em virtude da concorrência das matérias-primas derivados do petróleo, que tinham menor custo. Não ocorreu, no período considerado, nenhum outro uso químico importante de etanol que compensasse a perda de seu uso em produtos acetílicos, mas a preferência pelas matérias-primas derivadas de hidrocarbonetos parece estar chegando ao fim. Nos Estados Unidos a expectativa é de que a taxa de crescimento negativo de 4,2% ao ano durante o período de 1968-1978 seja invertida e o consumo total de etanol no futuro aumente de cerca de 613.000 toneladas (205 milhões de galões) em 1978 para 688.000 toneladas (230 milhões de galões) em 1893, a uma taxa de crescimento de 3% ao ano.

4.07 **Comunidade Econômica Européia**: O consumo de etanol industrial na Europa Ocidental era de cerca de 868.000 toneladas (290 milhões de galões) em 1977. O principal uso final do etanol é como solvente e apenas 126.000 toneladas (42 milhões de galões) foram utilizadas para produzir produtos químicos. O consumo de etanol por país e por uso está sumarizado na tabela 5.

4.08 Em comparação com os Estados Unidos, a cota de etanol de fermentação no total de sua produção e consumo é muito mais alta na Europa Ocidental. Em 1977, o total do consumo de etanol de fermentação na Comunidade Econômica Européia era de 468.000 toneladas, ou 55% do consumo total. Desse total, 264.000 toneladas (56%), foram empregadas na fabricação de bebidas; 20.000 toneladas (4%), na de vinagre; 30.000 toneladas (7%), na de produtos farmacêuticos; 53.000 toneladas (11%), na de artigos de toilete e as remanescentes 103.000 toneladas (22%) destinaram-se a outros usos. No mesmo ano, o consumo total de etanol sintético na CEE foi de 397.000 toneladas ou 45% do consumo total de etanol. Apenas 29.000 toneladas (7%) desse total foram empregadas na fabricação de vinagre, produtos farmacêuticos e artigos de toilete, ao passo que as restantes 368.000 toneladas destinaram-se a outros fins industriais.

Tabela 4
ESTADOS UNIDOS: CONSUMO DE ETANOL, 1955-83
(em mil de toneladas)

	Solvente	Matéria-Prima Química	Outros	Total
1955	184	525	4	713
1960	197	627	5	829
1965	283	623	6	912
1970	366	428	8	802
1975	302	292	6	600
1978	336	260	17	613
1983 (proj.)	374	314	-	688

Tabela 5
CEE: PRINCIPAIS USOS DE ETANOL, 1977
(em mil de toneladas)

	Bebidas	Vinagre	Produtos farmacêuticos	Artigos de toilete	Outros	Total
Bélgica	3	1	1	2	13	20
Dinamarca	8	1	4	1	11	25
Alemanha	57	9	5	9	113	193
França	85	6	10	28	113	242
Itália	46	-	12	13	48	119
Holanda	25	1	1	2	18	47
Inglaterra	40	2	2	22	148	214
Outros	1	-	-	-	7	8
Total CEE	265	20	35	77	471	868

Tabela 6
JAPÃO: PADRÃO DE CONSUMO DE ETANOL, 1974-78
(em mil de toneladas)

	Solvente	Vinagre e Outros	Matéria-Prima Química	Total
1974	39	28	16	83
1975	44	34	18	96
1976	47	37	18	102
1977	48	41	18	107
1978	50	42	17	109

4.09 **Japão**. Os valores relativos ao consumo de álcool etílico no Japão entre os anos de 1974-78 figuram na tabela 6. No curso desse período, o consumo cresceu a uma taxa anual de 7,1% passando de 83.000 toneladas em 1974 para 109.000 toneladas em 1978. Esse crescimento foi particularmente significante no caso do mercado de fabricação de vinagre e de produtos de preservação de alimentos, o qual cresceu a uma taxa de 14,9% ao ano. No mesmo período, os mercados dos solventes e dos produtos químicos cresceram às taxas de 6,3% e 1,8% respectivamente.

4.10 **Índia**. Na Índia, em 1978, cerca de um terço da produção de etanol, 344.000 toneladas, foi usado para fabricação de bebidas, sendo o grosso do restante, cerca de 87% destinado à manufatura de produtos químicos orgânicos. A produção total da Índia de acetaldeído, ácido acético, anidro acético, DDT, uma grande parte da produção de acetatos orgânicos, acetona de butanol e uma pequena porém significante parte do total da produção de polietileno de baixa densidade (LDPE), cloreto de polivinil (PVC), acetona e estireno têm o etanol por base. Desde a interrupção do uso do álcool como combustível automotor, ocorrida em meados de 1950, não houve nenhum movimento deliberado para reintroduzir na Índia o uso de álcool nessa modalidade.

4.11 **Brasil**. Neste país, até agora, o etanol produzido é essencialmente destinado ao uso como combustível; apenas uma pequena fração está sendo usada como matéria-prima química. Do total de 525.000 toneladas produzidas em 1977,

apenas 63.000 toneladas foram usadas no setor químico; e, da produção de 1979, calculada em 2 milhões de toneladas (2,5 bilhões de litros), apenas 76.200 toneladas destinaram-se à indústria química. Os produtos derivados de etanol são o acetaldeído, o ácido acético, o butanol, o octanol, os etilenos clorados, os glicóis e o polietileno. Entretanto, uma fábrica de polietileno de baixa densidade (PEBD), que produzia 230.000 toneladas por ano, e uma unidade de acetato de vinil/ácido acético que produzia 50.000 toneladas ao ano, que haviam interrompido suas operações em 1971, estão sendo agora reativadas. Similarmente, uma fábrica que produzia 33.000 toneladas de borracha sintética por ano, também desativada há alguns anos, está em processo de conversão para produzir etileno. Além disso, prevê-se para 1982 a entrada em funcionamento de novas unidades destinadas à produção de estireno e acetato de vinil. Somadas as capacidades das usinas que atualmente produzem etanol para fins químicos, às que estão sendo reativadas e às que começarão a operar em 1982, estima-se que as necessidades de etanol como matéria química da indústria química deverão ser da ordem de 450.000/500.000 toneladas por ano.

4.12 Além disso, o Brasil é o único país que tem, até agora, desenvolvido uma política nacional voltada para o uso de etanol como combustível, embora, recentemente, hajam surgido esforços nos Estados Unidos no sentido de promover o uso do "gasool" (mistura de gasolina com etanol) como combustível automotor. Em 1979, o Brasil passou nacionalmente a usar um carburante composto em média de gasolina com 19% de etanol utilizável em todos os automóveis existentes sem qualquer modificação de seus motores. No momento, o Brasil concentra esforços no sentido de converter parte dos veículos automóveis existentes para funcionar com etanol puro (álcool hidratado), e de fabricar, bem assim, a partir de 1980, veículos especialmente concebidos para consumir etanol como combustível ótimo. A conversão de veículos automóveis existentes no Brasil para uso de álcool hidratado começou nas frotas do governo e do serviço público. O objetivo desse esforço nacional é manter o consumo futuro de gasolina no nível de consumo de 1973. Como anteriormente referido, a substituição do óleo diesel pelo etanol está igualmente sendo investigada. O Brasil planeja elevar, em 1985, a sua produção de etanol a 10,7 bilhões de litros ou 8,4 milhões de toneladas por ano, o equivalente a cerca da metade da demanda de gasolina estimada para aquela ano. Se tais metas forem atingidas, o programa Brasileiro do álcool — que envolve investimenos da ordem de US$ 5 bilhões entre os anos 1980-85 — tornar-se-á de longe o maior programa de sua espécie no mundo.

C. Preços do Etanol

4.13 Tendo em vista que tanto o etanol sintético quanto o etanol de fermentação são comercializados internacionalmente em quantidades insignificantes, seus preços dependem mais da produção doméstica e de fatores de mercado do que dos fatores do comércio internacional. Conseqüentemente, os preços do etanol variam substancialmente entre os principais países consumidores. Os preços do etanol anidro (meados de 1979) na Europa Ocidental, nos Estados Unidos e no Japão figuram na tabela seguinte.

Tabela 7
PREÇOS DO ETANOL ANIDRO, MEADOS DE 1979

	US$/tonelada	US$/galão
Europa Ocidental	830	2,50
Estados Unidos a/	415	1,25
Japão b/	300	0,91

a/ Etanol hidratado. Não há dado disponível para o preço de etanol anidro
b/ O preço do álcool de fermentação hidratado era US$294/tonelada ou US$0,88/galão

Portanto, é difícil estabelecer um preço internacional único para o etanol, se bem que, em geral, se verifica que tanto nos Estados Unidos como na Europa Ocidental os preços do etanol eram 30-50% mais altos do que o preço ao consumidor de gasolina regular e cerca de 60% mais altos do que o preço do etileno.1 /

Capítulo V: **MATÉRIAS-PRIMAS DA BIOMASSA PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL**

5.01 O etanol pode ser produzido de três grupos principais de matérias-primas da biomassa: (a) as plantas e matérias ricas em açúcar (cana-de-açúcar, melaço, sorgo doce, etc.), as quais contêm hidratos de carbono em forma de açúcar; (b) as plantas ricas em amido (mandioca, milho, mesocarpo de babaçu, batatas, etc.), que contêm hidratos de carbono em forma de amido; e (c) a celulose (a madeira, os resíduos agrícolas, etc.), na qual a forma molecular de hidrato de carbono é mais complexa. A produção de etanol a partir dessas matérias requer, em primeiro lugar (exceto no caso dos açúcares) a conversão dos hidratos de carbono em açúcares solúveis na água (uma vez que a levedura pode fermentar apenas os açúcares mais simples — carbono 6 ou 12) seguida da fermentação desses açúcares para obter o etanol e finalmente destilação para separar o etanol da água e dos outros produtos de fermentação (ver detalhes no capítulo VI).

5.02 A principal vantagem das matérias-primas ricas em açúcares para a produção de álcool advém do fato de que seu conteúdo de hidratos de carbono existe sob a forma de açúcares fermentáveis, simples como glicose ou frutose. Os amidos contêm hidratos de carbono de maior complexidade molecular, os quais devem ser reduzidos a açúcares simples mediante um processo de sacarificação, que exige uma etapa suplementar, aumentando assim os custos de capital e de operação. Os hidratos de carbono nas matérias celulósicas apresentam complexidade molecular ainda maior e têm que ser convertidos a açúcares fermentáveis pela hidrólise ácida. Cumpre registrar, entretanto, que alguns dos açúcares assim produzidos não são convertíveis em álcool por fermentação com levedo reduzindo a eficiência da conversão do hidrato de carbono em álcool.

5.03 A tabela seguinte indica os valores do rendimeno em etanol por tonelada das principais matérias-primas potenciais oriundas da biomassa, assim como o rendimento estimado de etanol por hectare de terra, em condições típicas de um país em desenvolvimeno.

A. **Os Açúcares**

5.04 Tecnicamente a **cana-de-açúcar** figura entre as matérias-primas da biomassa mais promissoras, dado que, não só envolve o processo mais simples de conversão, mas também gera seu próprio combustível, o bagaço, que constitui fonte mais que suficiente para gerar o vapor e a energia necessários às operações de esmagamento, fermentação e destilação. Uma tonelada de cana-de-açúcar, com um conteúdo médio de 12,5% de açúcar, produz cerca de 70 litros de etanol, através da fermentação direta do caldo. Conforme indicado na tabela 8, a cana-de-açúcar produz um dos mais altos rendimentos de etanol por hectare de terra de cultura. Trata-se de, ademais, uma cultura bastante conhecida, objeto de pesquisas agrícolas consideráveis, e que se cultiva em escala comercial, num grande número de países. Todavia, a produção de cana-de-açúcar é atualmente largamente destinada à produção de açúcar para os mercados domésticos e para a exportação, e em grande parte utiliza terras agrícolas ricas, que são também terras ideais para a produção de gêneros alimentícios. Assim, na maioria dos países, qualquer produção futura de álcool em larga escala a partir desta preciosa matéria-prima: (a) exigirá escolha entre o uso da cana para exportação de açúcar e a sua conversão para substituir os produtos de petróleo importados; (b) suscitará a questão sobre a competição no respeitante ao uso da terra entre as culturas de gêneros alimentícios e as culturas de produtos energéticos (discutida em maior detalhe no capítulo X); é possível,

1 / Em meados de 1980, o preço do etileno na Europa Ocidental era cerca de US$700/tonelada e nos Estados Unidos, de US$540/tonelada.

Tabela 8
RENDIMENTOS DE ETANOL DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS DE BIOMASSSA

Matéria-Prima	Rendimento de Etanol (litros/t)	Rendimento de Matérias-Primas a/ (t/ha)	Rendimento de Etanol (litros/ha/ano
Cana-de-açúcar	70	50,0	3.500
Melaços	280	NA	NA
Mandioca	180	12,0 (20,0) b/	2.160 (3.600) b/
Sorgo doce	86	35,0 c/	3.010 c/
Batata doce	125	15,0	1.875
Babaçu	80	2,5	200
Milho	370	6,0	2.200
Madeira	160	20,0	3.200

NA — Não aplicável

a/ .Com base no rendimento médio atual do Brasil, excetuando o milho, cuja base é a média verificada nos Estados Unidos.

b/ Rendimento potencial com tecnologia de produção mais desenvolvida.

c/ Toneladas de feixes por hectare e por colheita. Em algumas localidades são possíveis duas colheitas por ano.

até, que o emprego de cereais para a produção de álcool provoque as preocupações mais sérias a esse respeito. Exceto no caso de alguns países que, como o Brasil, possuem grandes extensões de terras agrícolas ricas não utilizadas, parece pouco provável que muitos países em desenvolvimento possam destinar áreas substanciais de terra ao cultivo de cana-de-açúcar para a produção de álcool.

5.05 **Melaço de cana** tem sido a matéria-prima da biomassa mais comum para a produção de etanol. O melaço é um subproduto da operação da conversão da cana em açúcar. Cada tonelada de açúcar de cana dá aproximadamente 190 litros de melaço, o qual contém entre 50 e 55% de açúcar fermentável (principalmente sacarose, glicose e frutose) o rendimento de etanol é de cerca de 280 litros de etanol por tonelada de melaço.

5.06 O melaço é principalmente usado para alimentação animal e produção de etanol, mas tem também algumas aplicações industriais e, em alguns países em desenvolvimento, é ainda usado para consumo humano. Entretanto, a maior parte da produção de melaço ocorre nos países em desenvolvimeno, muitas vezes em localidades remotas, ao passo que os mercados de melaço para fins de alimentação animal localizam-se principalmente nos países desenvolvidos (sobretudo nos Estados Unidos e na Europa Ocidental). Como numerosas usinas de açúcar estão situadas em áreas remotas, cuja infra-estrutura de transporte não permite o escoamento econômico desse subproduto, volumoso e de baixo valor, para os portos de exportação, há quantidades substanciais de melaço que não são utilizadas, e cuja eliminação não raro cria problemas.

5.07 Estima-se que a produção mundial total de melaço (de cana e de beterraba) em 1978-79 atingiu 33,5 milhões de toneladas, cerca de 22 milhões das quais foram consumidas nos países de origem e 6,6 milhões entraram no comércio mundial, principalmente para uso de alimentação animal. Os 5 milhões de toneladas restantes (15% do total) foram provavelmente descartados como resíduo sem valor. Na medida em que essa quantidade perdida de melaço, não tenha, atualmente, nenhum uso alternativo, sem valor econômico seja insignificante (ou mesmo negativo), e seja produzida em usinas de açúcar com excedente facilmente disponível de energia (para 6.15), ela poderia transnformar-se em fonte economicamente convidativa de produção de etanol. Esta

vantagem é ainda ampliada se o excedente de melaço disponível existe em área de custo econômico alto de gasolina, por força dos altos custos de distribuição (i e., em países interiores cujo mercado de gasolina seja modesto).

5.08 A produção mundial de melaço está diretamente relacionada à produção mundial de açúcar, cujo crescimento futuro se estima a uma taxa moderada (2 a 4%). o Excedente mundial atual de melaço, estimado em 5 milhões de toneladas, se convertido, produziria 1,35 bilhões de litros de etanol. E, se a produção total de melaço, 33,5 milhões de toneladas, fosse transformada em etanol, isso equivaleria a 9 bilhões de litros ou 1% da procura mundial de gasolina em 1978, e 9% da procura de gasolina nos países em desenvolvimento. Assim, mesmo que a conversão de melaço em etanol não propicie mais do que uma substituição marginal de gasolina no plano mundial, ela pode, em alguns países, determinar economias significantes na importação de produtos petrolíferos.

5.09 O **sorgo doce**, que contém uma mistura de sacarose e glicose é cada vez mais considerado outra matéria-prima interessante para a produção de álcool de biomassa. Suas hastes contêm não apenas quantidades substanciais de açúcar facilmente fermentável, mas ainda fornecem bagaço susceptível de atender às necessidades de energia das usinas de álcool. O sorgo doce tem uma temporada curta de crescimento, 3 a 4 meses, e assim, pode ser cultivado em terra de cana-de-açúcar, entre a última safra e o próximo plantio. É possível a obtenção de safras adicionais de sorgo doce como cultura de rotação em terrenos adjacentes. A disponibilidade de outra planta rica em açúcar durante o período em que não há cana processável, permitiria alongar a temporada de produção de álcool e reduzir os custos de capital por unidade de álcool produzido. Um hectare de sorge doce pode produzir, anualmente, até 4.000 litros de álcool (admitindo-se duas colheitas por ano), o que representa um dos rendimentos mais altos de álcool de qualquer cultura. Não obstante, o sorgo doce é uma cultura nova para a maioria dos países em desenvolvimento e, antes que possa ser considerada uma importante fonte de energia, são necessárias muitas pesquisas agrícolas adicionais e grandes esforços de vulgarização.

5.10 Entre as **outras matérias ricas em açúcar**, a partir das quais a produção de etanol é tecnicamente viável, figuram a beterraba,os melaços cítricos e frutas. Na Europa, particularmente na França, a beterraba tem constituído fonte importante de produção de etanol; uma tonelada de beteraba produz cerca de 85 litros de etanol. Considerando-se, porém, a pequena quantidade de produção dessas matérias nos países em desenvolvimento e seu relativamente alto custo econômico, não é provável que elas venham a constituir fonte importante e econômica de produção de álcool carburante em muitos países.

B. Os Amidos

5.11 As principais matérias ricas em amido utilizáveis na produção de etanol são a mandioca e o milho. Entre as outras matérias contendo amido também usadas para a produção de álcool se incluem o trigo, a cevada, o sorgo de grão, o centeio, a aveia, o arroz, a batata inglesa e a batata doce. Contudo, o uso da batata doce está limitado à produção de bebídas e à de álcool, em virtude de seu custo relativamente alto como produto alimentício.

5.12 A mandioca é uma raiz que se produz extensamente, como cultura de subsistência, em um grande número de países em desenvolvimento. Como fonte de etanol, ela possui as vantagens seguintes: (a) ser uma das formas mais eficientes para converter energia solar em biomassa e oferecer potencial de produção de alto volume de álcool por hectare; (b) prestar-se ao cultivo em terras pobres, ser uma planta robusta capaz de resistir às intempéries e exigir práticas agrícolas de trabalho intensivo e insumo de energia comercial relativamente baixo; e (c) satisfazer a objetivos de distribuição de renda, porque é cultivada principalmente por agricultores de baixa renda. Uma vez que se utilizem variedades e práticas agrícolas apropriadas, o rendimento anual da mandioca pode exercer 20 toneladas por hectare. Uma tonelada de mandioca produz cerca de 180 litros de etanol. A mandioca pode ser

colhida durante quase todo o ano, graças ao que as usinas de álcool de mandioca podem funcionar de 250 a 300 dias por ano, tornando os custos de capital por litro de capacidade anual mais baixos do que os correspondentes às usinas de cana-de-açúcar. O principal inconveniente da mandioca é não produzir fonte residual de energia utilizável na destilação.

5.13 Até recentemente, a mandioca não era objeto de pesquisas agrícolas intensas, não obstante sua importância na alimentação de grande número de pessoas pobres nos paises em desenvolvimento. Presentemente, esforços estão sendo feitos no sentido de desenvolver variedades de mandioca mais resistentes às doenças e com maior rendimento. Mas, antes que se possa considerar a mandioca como fonte importante de energia, cumpre que tais esforços sejam intensificados. Se níveis de rendimento nitidamente mais altos foram alcançados, essa cultura de subsistência, poderá ser erigida em importante fonte de energia e em escala comercial, sem impacto adverso algum no seu papel atual de fonte de calorias para as populações rurais pobres.

5.14 O **milho** foi usado nos Estados Unidos como pequena fonte de produção de álcool industrial. Historicamente, sua aplicação principal, como produto fermentado ocorria na produção de whisky. Nos últimos anos, porém, observa-se nos Estados Unidos, um interesse crescente na produção de etanol de milho, destinado à mistura com gasolina. O Departamento de Energia dos Estados Unidos está presentemente a estimular ativamente essa aplicação, em parte para impedir queda nos preços do milho.

5.15 Um alqueire de milho (aproximadamente 35,2 litros) produz cerca de 9,8 litros de etanol e o rendimento nacional médio nos Estados Unidos orça por 225 alqueires de milho/ha (6 toneladas por hectare). Diferentemente da cana-de-açúcar e do sorgo doce, o milho não produz sua fonte própria de combustível (bagaço) e as usinas que produzem álcool de milho devem comprar combustível. Isso acarreta para as respectivas usinas um saldo energético negativo que as torna economicamente menos interessantes do que as usinas de melaço, de cana-de-açúcar e de sorgo doce (ver par. 6.23). O etanol de milho pode tornar-se convidativo somente quando seu valor econômico for baixo e/ou os custos do combustivel necessário ao seu processamento forem reduzidos. O milho é um produto básico de alimentação animal nos paises desenvolvidos e um alimento importante em muitos paises em desenvolvimento. Exige terra fértil e úmida. Toda quantidade significativa de milho produzido para consumo tanto humano, quanto animal, que for desviada para a produção de álcool, implicará uma imediata redução, no suprimento de alimentos. Por isso, do ponto de vista técnico, econômico e social, a produção de álcool de milho não parece muito aliciante, a menos que seja baseada em milho de qualidade inferior (ou excedentes temporários), sem usos alternativos, e empregando energia (de fonte não petrolifera) de custo baixo.

C. **A celulose**

5.16 As matérias celulósicas de maior interesse para a produção de etanol são a madeira e os residuos agricolas. Em geral, a produção de álcool dessas matérias requer processos mais complexos e em maior escala do que nos casos dos açúcares e dos amidos. Tampouco existem ainda processos comprovados para usinas de escala comercial em paises em desenvolvimento. Entretanto, acham-se em curso em muitos paises estudos consideráveis sendo possivel que, durante a próxima década, as matérias celulósicas possam tornar uma fonte importante de álcool de biomassa. Mas para explorar essa fonte potencial, são necessárias pesquisas contínuas e maior desenvolvimento.

5.17 **Madeira.** A produção de Etanol de madeira envolve duas fases principais: (a) a obtenção de açúcares simples por hidrólise da celulose; (b) a transoformação desses açúcares em álcool por fermentação com levedura como no caso de outras matérias de biomassa. 1/ Há vários processos conhecidos para se efetuar a hi-

---

1/ Metanol, também conhecido por álcool de madeira, pode também ser produzido de madeira através de tecnologia conhecida. A produção econômica em larga escala de metanol de biomassa pende ainda de demonstração

drólise, seja através de ácidos de baixa concentração a alta temperatura, seja mediante o emprego de ácidos concentrados a uma temperatura baixa. A produção de álcool de resíduos de madeira foi usada na Europa antes da II Guerra Mundial, uma vez que os resíduos de madeira se conseguiam em condições econômicas mais vantajosas que cereais ou o melaço. Contudo, todas as usinas da Europa Ocidental foram desmanteladas ou fechadas. Somente na União Soviética algumas usinas de etanol de madeira continuam supostamente em atividade, embora aparentemente, o objetivo principal não seja a produção de àlcool, mas sim a produção de proteína para alimentação de rebanhos.

5.18 O valor relativo da madeira como fonte de àlcool depende dos custos da matèria-prima e das operações de processamento, e das possibilidades de utilização econômica da lignina e outros subprodutos Alguns dos açúcares (principalmente pentose) obtidos na hidrólise, mas não decompostos em álcool durante a fermentação, podem servir para fabricar produtos quimicos, fermento alimentício ou ingredientes utilizados na alimentação animal.

5.19 **Os resíduos agrícolas** podem ser usados em lugar da madeira para produção de àlcool, uma vez que tais resíduos são compostos essencialmente de celulose, de elementos ricos em pentose e lignina. O conteúdo em hidratos de carbono dos resíduos agrícolas é praticamente igual ao da madeira (65-70%), mas os resíduos agricolas contêm relativamente menos celulose, porém consideravelmente mais pentose. Em conseqüência, o rendimento de açúcar transformável em álcool (dextrose) desses resíduos é menor do que o da madeira. O conteúdo relativamente baixo em celulose e alto em pentose dos resíduos agrícolas não é necessariamente uma desvantagem, visto que, em alternativa, diversos produtos com interesses podem ser obtidos a partir da pentose (i.e., o álcool de butilo, a acetona e o levedo forrageiro).

5.20 A maior dificuldade que se encontra na utilização de resíduos agrícolas para produção de etanol decorre provavelmente do alto custo de sua coleta e transporte para as destilarias. O uso mais indicado de residuos agrícolas como fonte de energia pode ser a fabricação de biogás em pequenos geradores instalados nas próprias explorações agrícolas. Entretanto, antes que os resíduos agrícolas sejam utilizados em larga escala na produção de energia, cumpre examinar detidamente o impacto de sua remoção da terra no rendimento das plantações.

Capitulo VI: TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO ETANOL

A. Tecnologia Atual

6.01 Na página 45 apresenta-se o fluxograma da produção de etanol de mandioca, uma das matérias-primas agrícolas mais correntes para esse fim. O processo è análogo, independentemente de se tratar de um produto rico em açúcar ou em amido. A celulose (madeira) è igualmente uma fonte potencial de produção de etanol, que ainda não está comercialmente comprovada e que, como tal, não è aqui abordada. Os balanços de matérias e serviços para a cana-de-açúcar (baseados em instalações existentes) e para a mandioca (baseados em parâmetros de projeto) são apresentados na tabela 9.

1. Usinas de Açúcar

6.02 A **cana-de-açúcar,** atualmente, a matéria-prima de etanol de fermentação mais corrente no mundo, contém no caule fibras de celulose misturada com açúcar. A cana é lavada, esmagada e moída para separar a celulose (bagaço) do caldo. O bagaço secado e queimado, gera vapor e energia, satisfazendo assim às necessidades correspondentes da usina. O caldo de cana è concentrado e esterilizado e, em seguida, fermentado com a levedura num aparelho de fermentação por fornada. A seguir, a levedura é recuperada por centrifugação, tratada para produzir levedura adicional e reintroduzida no ciclo de fermentação. A tecnologia convencional utiliza uma unidade de fermentação por fornada com a levedura comum para produzir uma solução alcoólica de 8 a 10%, ao término de 24 a 72 horas de fermentação. A

Tabela 9

BALANÇOS DE MATÉRIAS E SERVIÇOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR E DE MANDIOCA
(para 1.000 litros de álcool anidro)

	cana-de-açucar a/		mandioca b/	
	Unidade	Quantidade	Unidade	Quantidade
Balanço de Matérias				
Cana-de-açucar	ton	15	-	-
Mandioca	-	-	ton	6,8
Quimicos	kg	46	kg	55
Enzimas	-	-	kg	5
Oleo amilico	kg	5	kg	5
Vinhoto	ton	12,5	ton	10,5
CO_2				
Bagaço	ton	3,8	-	-
Resíduos de fibra	-	-	ton	0,4
Balanço dos Serviços				
Vapor	ton	6,5	ton	6,2
Eletricidade	-	c/	kwh	450
Agua	M^3	200	M^3	43
Combustivel	-	c/	ton	1,7 d/

a/ Dados baseados nas usinas existentes no Brasil.
b/ Dados baseados nos parâmetros de projeto desenvolvidos por uma companhia de engenharia (ainda não existem, porém, usinas construídas segundo esses parâmetros).
c/ Gerado internamente por bagaço.
d/ Lenha.

levedura vai gradualmente perdendo a eficácia (devido ao aumento da concentração do álcool) e a concentração a 8-10% do etanol e o máximo que se pode obter no sistema de produção por fornada. A massa fermentada é, a seguir submetida a uma operação de purificação para separar o etanol (mais um pouco de água) dos sólidos da fermentação e da maior parte da água presente na solução alcoólica a 8-10%. A corrente de resíduos, chamada vinhoto, contém cerca de 10% de matérias sólidas, incluindo de 1 a 2% de nutrientes fertilizantes, que devem ser descartados convenientemente para evitar problemas potenciais de poluição (par. 6.11). O líquido contendo o etanol é, a seguir, destilado numa coluna de destilação de múltiplas etapas até à obtenção de um etanol concentrado de cerca de 94%. (Água e etanol formam um **azeótropo** ou mistura em ebulição constante a 95% de etanol). O etanol anidro é produzido numa terceira coluna de destilação por adição de benzeno 1/ (que elimina a mistura em ebulição constante a 95% de etanol). Uma destilação suplementar permite a produção de álcool anidro (99,8% de pureza). O benzeno é então separado do álcool anidro e reciclado. O álcool anidro é, a seguir, estocado para aguardar sua destinação final (mistura à gasolina ou outros fins). Quando todo o vinhoto é devolvido à terra de produção da cana-de-açúcar, a necessidade de fertilizantes quimicos reduz-se sem se eliminar, e a produção de álcool de cana-de-açúcar constitui um ecossistema mais equilibrado.

6.03 Se o álcool hidratado ou álcool simples (94% de etanol) é o produto desejado no seu processamento a terceira colu-

1/ Outros produtos químicos podem ser usados para eliminar o **azeótropo**.

Grafico 2: ALCOOL DE BIOMASSA
FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ETANOL DE MANDIOCA

RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO DE MANDIOCA
PREPARO DA PASTA LAVAGEM E DESPELA
ÁGUA
PELE
MOAGEM
ÁGUA
PREPARO DO MOSTO
ÁGUA
ENZIMA I
ENZIMAS II
VAPORIZAÇÃO INSTANTÂNEA
LIQUEFAÇÃO E SACARIFICAÇÃO
ÁGUA REGRIGERANTE
VAPOR
COZIMENTO
PRÉ-LIQUEFAÇÃO
VAPOR
FERMENTAÇÃO E FILTRAÇÃO
LEVEDURA
PRÉ-FERMENTAÇÃO
SÓLIDOS
FILTRAÇÃO
FERMENTAÇÃO
DESTILAÇÃO
BENZENO
ÁLCOOL ANIDRO
VAPOR
VINHOTO

FONTE: PETROBRÁS, BRASIL

na de destilação é eliminada, reduzindo-se, assim a necessidade de vapor, e desaparecendo, também, a necessidade das operações de eliminação do benzeno. A diminuição da necessidade de vapor pode, ainda, reduzir o custo da caldeira.

6.04 O processo básico será o mesmo para as outras matérias-primas da biomassa ricas em açúcar, embora o tamanho das unidades de fermentação e de destilação possa ser um pouco diferente em função dos balanços dos materiais e da matéria-prima utilizada. A fermentação do melaço para obter uma solução alcóolica a 8-10% leva normalmente 4 a 5 vezes mais tempo do que no caso da cana-de-açúcar. Portanto, para produzir o mesmo volume de álcool, as destilarias de melaço necessitam de maior número de tanques de fermentação. Esta diferença não conduz, todavia, a um aumento significante nos custos da usina, posto que esse conjunto de tanques representa apenas pequena parcela dos custos totais.

2. Usinas de Mandioca

6.05 As usinas de etanol de mandioca têm uma concepção análoga. As **raizes de mandioca**, que contêm de 25 a 30% de amido, são lavadas, descascadas e liquidificadas numa caldeira. O amido liquidificado decompõe-se em açúcar fermentável pela adição de enzimas — amalisa e glico-amalisa. Uma vez formado o açúcar fermentável, o processamento é idêntico ao da cana-de-açúcar, a começar pela fermentação. Como as raizes de mandioca virtualmente não contêm celulose, **ipso facto** não há "bagaço". Assim, a necessidade de energia de uma usina de álcool de mandioca, ligeiramente maior do que a de uma usina de cana-de-açúar, deve ser satisfeita por meio de fontes externas. A tabela 9 (pag. 25) indica menor necessidade de vapor no caso da usina de mandio-

ca, que se assume tratar-se de um modelo de maior eficiência em matéria de recuperação de calor do que o modelo da usina de cana-de-açúcar. Outras matérias ricas de amido exigem essencialmente o mesmo equipamento para o processamento, embora as instalações de recepção da usina devam ser concebidas de acordo com as exigências de cada produto'

B. Desenvolvimento da Tecnologia

6.06 Até recentemente, a produção de álcool de biomassa (principalmente de melaço, e em parte da cana-de-açúcar e do milho) baseava-se em tecnologia antiga, uma vez que a procura de etanol para bebidas e usos químicos era pouco sensível aos custos de processamento. Devido a isso, o processo e os modelos de equipamento não têm beneficiado dos avanços recentes, havidos em outras usinas químicas. Entretanto, dado o aumento crescente do interesse pelo etanol como combustível, muitas das principais companhias de engenharia, manufaturas de equipamento e outros grupos estão envidando esforços para aperfeiçoar a base da tecnologia e concepção de usinas de álcool, com o intuito de lhes melhorar a eficiência. A maioria desses esforços têm-se concentrado em quatro áreas importantes.

6.07 Trabalhos técnicos recentes levaram a uma **tecnologia de fermentação** contínua (embora isso ainda não esteja totalmente demonstrado do ponto de vista comercial) para elevar o teor alcoólico do licor até 12%. Estão sendo realizados trabalhos de pesquisas microbiológicas e outros desenvolvimentos para itensificar a ação da levedura de madeira a aumentar ainda mais a concentração de álcool no nível de fermentação. Essa tecnologia aperfeiçoada deverá levar finalmente a uma redução substancial das necessidades de energia na produção de etanol, pois que ela poderá economizar 50% da energia necessária à destilação e, ao mesmo tempo, reduzir à metade o volume do vinhoto, para um total de custos de capital praticamente idêntico (ou inferior) ao das usinas convencionais. Outro campo que está sendo investigado é o da fermentação a vácuo que, pela mutação de organismos insensíveis à temperatura, permitirá a extração contínua de álcool sob a forma vapor, reduzindo, assim, as necessidades de equipamento e de energia.

6.08 É possível também aumentar a eficiência energética da produção de etanol por meio de concepção mais eficaz dos processos de destilação e de recuperação de calor, usando técnicas já comercialmente provadas noutras indústrias químicas. Pode-se ainda aumentar-se a concentração do etanol por absorção, recomressão do vapor, e/ou emprego de evaporadores de efeito múltiplo. Estas técnicas exigem, porém, esforços adicionais de pesquisa e aperfeiçoamento antes de se tornarem práticas do ponto de vista comercial, e acarretarão provavelmente um aumento correspondente dos custos de capital. Outros métodos de separação em estudo contemplam a cristalização, o emprego de peneiras moleculares ou de osmose inversa, contribuindo todos para reduzir as necessidades de energia.

6.09 Um terceiro campo de desenvolvimento de tecnologia futura seria a **utilização dos resíduos agrícolas** como matéria-prima e/ou como combustível, bem como o descobrimento (e/ou a melhoria) de novas culturas para matérias-primas. A restrição principal quanto à utilização da mandioca e do milho consiste na necessidade de fonte externa como combustível. Os resíduos de produtos agrícolas poderiam ser usados como combustível, desde que as caldeiras fossem modificadas. As modificações das caldeiras seriam relativamente simples (o sistema de vapor é assegurado por um processo simples, a baixa pressão e pequena capacidade) mas, a recolha e a secagem de muitos resíduos agrícolas, que exige pessoal numeroso, requereria mão-de-obra barata e uma organização comparável à da colheita da cana-de-açúcar. É de se presumir que, na maioria dos casos, se requeresse a secagem por ar (como ocorre freqüentemente com a mandioca).

6.10 O descobrimento de **cultuas energéticas** alternativas, é um domínio promissor para o desenvolvimento futuro da produção de álcool de biomassa. Culturas típicas seriam o sorgo doce, a madeira, o

babaçu e outros vegetais que produzam alto rendimento de amido ou de açúcar por hectare, e ainda um componente de celulose utilizável como combustível. Ao lado disso, considerável atividade de desenvolvimento industrial e de demonstração bem como esforços significativos para o desenvolvimeno da tecnologia são igualmente necessárias na agricultura, a fim de melhorar o rendimento das produções dos gêneros alimenticios e das culturas energéticas, otimizar o sistema de rotação das culturas e converter determinadas culturas de subsistência (como a mandioca e o babaçu) em culturas energéticas comercialmente viáveis.

C. Impacto Ambiental

6.11 A fermentação e a destilação do etanol liberam um certo número de subprodutos, que são os seguintes: (a) o dióxido de carbono oriundo da fermentação; (b) os óleos fúseis, que se recolhem na coluna de retificação e consistem principalmente em álcoois amílico e isoamílico e glicerol; (c) do vinhoto. Por força dos elevados custos de recuperação, o dióxido de carbono usualmente não é recuperado para venda, e é, normalmente, disperso na atmosfera. Os óleos fúseis (cerca de 5 kg/1,000 litros de etanol) podem ser recuperados para venda ou misturados ao etanol como desnaturante.1/

6.12 O vinhoto é o líquido efluente do sistema de destilação e sua disposição pode constituir-se em problema maior. Conforme mencionado, é produzido em grandes quantidades, cerca de 10-13 vezes o volume do álcool produzido. O vinhoto contém cerca de 10% de matérias sólidas, incluindo 2 a 3% de nutrientes. Os dois principais empregos potenciais do vinhoto são a alimentação animal e os fertilizantes. O vinhoto é passível de ser reduzido por evaporação a cerca de 50% de elementos sólidos para adição a alimentos concentrados de animal. Como o custo da evaporação é relativamente alto, a sua utilização na alimentação animal depende do custo relativo dos outros alimentos alternativos. Nos países em desenvolvimento, em que o mercado da alimentação animal é pequeno, o vinhoto tem pouca chance de despertar maior interesse. Nos Estados Unidos, na Europa e nos países em desenvolvimento de renda média, onde existe procura de alimentação animal o contrário é provavelmente verdadeiro.

6.13 Como fertilizante, o vinhoto pode ser aplicado diretamente no solo, transportado por caminhão ou por meio de um sistema de irrigação. Posto que o vinhoto é muito diluído (1% de nitrogênio, 0,2% de fosfato e 1,5% de potássio), o volume a ser transportado é importante, e o seu emprego como fertilizante provavelmente só é viável quando os campos se acham localizados nas imediações das destilarias. Em algumas destilarias do Brasl, o vinhoto é bombeado para o alto das colinas vizinhas e distribuído por gravidade ás terras adjacentes, correndo pelos canais de sistemas de irrigação. O vapor excedente proveniente da combustão do bagaço é usado para acionar as bombas. Os administradores das usinas acreditam que o uso desse sistema é econômico num raio de cerca de 3 km ao redor da destilaria. O vinhoto excedente é levado em caminhões e espalhado nos campos mais distantes. Além dos caminhões, o sistema não exige nenhum equipamento suplementar. O rendimento da cana nas terras beneficiadas parece haver aumentado consideravelmente como conseqüência da aplicação do fertilizante e da irrigação. Mas, ainda não há nenhum estudo conclusivo sobre os efeitos, a longo prazo, nos solos e nos campos de cana, da reciclagem do vinhoto como fertilizante.

6.14 Nenhum dos dois métodos abordados anteriormente parece constituir solução unversal. É necessário progresso técnico adicional para se chegar a um método ótimo de disposição do vinhoto, em cada caso, a fim de minimizar os problemas ambientais.

D. Excedente de Bagaço

6.15 Nas destilarias convencionais de cana-de-açúcar, o vapor e a energia necessários são gerados pelo bagaço (que contém geralmente cerca de 50% de umidade). As destilarias convencionais independentes (desligadas dos engenhos de açú-

1/ Desnaturante é um aditivo para álcool difícil de ser separado, e torna a mistura imprópria par o consumo humano.

car) que utilizam cana-de-açúcar necessítam apenas cerca de 70% do bagaço disponível; já as destilarias convencionais que funcionam junto às usinas de açúcar têm somente 10% de excesso de bagaço. 1/ O excedente de bagaço poderia gerar energia elétrica para usuários exteriores. Embora essa prática possa tornar-se viável em algumas áreas rurais, as pequenas quantidades envolvidas e a natureza sazonal da sua produção (5 a 7 meses por ano) podem impedir o desenvolvimento de excedente de bagaço como fonte regular de combustível. O bagaço pode também ser usado como fibra na indústria de papel e, em alguns casos, essa aplicação poderia ser incrementada. Entretanto, um dos empregos mais promissores do bagaço parece ser como combustível, na expansão da produção de álcool mediante o aumento do número de dias de operação anual, o que permitiria utilizar outras matérias-primas, as quais não geram sua própria fonte de energia (i.e. processando a mandioca na mesma destilaria da cana-de-açúcar). Esta operação poderia aumentar o período de produção de etanol de cerca de 160 a 200 para mais de 250 dias por ano, com um aumento mínimo no custo de capital das instalações industriais, reduzindo assim, os custos de capital por unidade de álcool produzido. Explora-se esta possibilidade de tratamentos múltiplos no Brasil e na Tailândia, porém as provas de seu valor comercial ainda não foram cabalmente demonstradas.

E. Balanço Energético da Produção de Etanol

6.16 A justificação principal para o etanol de biomassa é a possibilidade de substituir o petróleo importado. Como tal o tipo, o custo e a quantidade de energia necessários à produção de álcool são cruciais para a viabilidade econômica do etanol como combustível. Esta viabilidade depende não apenas do balanço energético físico (em termos de engenharia comumente chamado de balanço energético líquido), senão, também dos valores econômicos relativos das várias formas de insumos e de produtos energéticos. Assim, ainda que os modelos das usinas e os tipos das matérias-primas que apresentam melhor balanço geral de energia (rendimento) sejam mais desejáveis, em alguns casos, onde os balanços são marginais ou mesmo negativos, podem surgir programas de etanol economicamente aceitáveis, sempre que uma fonte de energia de custo relativamente baixo seja transformada numa forma de energia superior.

6.17 A análise em termos de engenharia é baseada na taxa de consumo líquido de energia ou consumo líquido de energia (CLE) como segue:

$$CLE = \frac{\text{Total da energia consumida menos crédito energético dos subprodutos}}{\text{Energia contida no etanol}}$$

O balanço energético é positivo se o CLE é inferior a 1 e negativo se o CLE é maior que 1. A energia é definida como o componente energético (direto ou indireto) de todos os insumos e produtos com preço definido; portanto, a energia solar utilizada pelos vegetais para seu crescimento não é considerada. O valor energético de uma cultura utilizada na produção de etanol é o conteúdo energético do combustível e dos produtos químicos (insumos agrícolas) consumidos no cultivo da planta, não o calor de combustão da referida planta. O teor energético do etanol é seu próprio calor de combustão. O álcool utilizado como combustível automotor tem um valor mais alto devido ao maior rendimento da combustão, quando se usa álcool puro ou "gasool" nos motores, mas este valor varia com o uso final do álcool, e não se inclui no CLE. Da mesma maneira, o valor energético de um subproduto é dado pela energia consumida para produzir uma quantidade equivalente de um subproduto alternativo — seja alimentação animal, sejam nutrientes reciclados. Essa análise do CLE é baseada unicamente em considerações do valor calorífico e não está necessariamente correlacionada com

---

1/ A quantidade exata de bagaço necessária em cada caso é uma função do rendimento energético da usina e do teor de umidade do bagaço. As percentagens indicadas acima são baseadas em dados típicos do Brasil; é possível, porém, uma ampla gama de variações em outras usinas de álcool. A secagem suplementar do bagaço pelo calor da caldeira que, em geral, se perde na atmosfera através da chaminé, poderia aumentar significantemente o rendimento energético do bagaço.

os valores econômicos ou com os do rendimento global da combustão.

6.18 As quatro culturas que despertam, correntemente maior interesse para a produção de etanol são: (a) a cana-de-açúcar (ou melaço); (b) o sorgo doce; (c) o milho; (d) a mandioca, sendo os dois últimos produtos ricos em amido. O processo geral de produção é fundamentalmente o mesmo nos quatro casos. O tratamento das matérias-primas ricas em amido requer uma etapa extra (para transformar o amido em açúcar fermentável), exigindo um pouco mais de energia. A diferença principal entre essas matérias-primas está na origem da energia consumida, principalmente na destilação. A cana-de-açúcar e o sorgo doce dão um subproduto — o bagaço, que é separado na fase da extração do caldo de açúcar e pode ser usado como combustível para produzir o vapor e a eletricidade necessários à produção do etanol. O milho e a mandioca geram também matéria celulósica (hastes e palhas), normalmente separadas do produto no campo. Os custos de recolha e de secagem das hastes e palhas são considerados em geral proibitivos (mas esta conclusão pode perfeitamente mudar com o aumento dos preços do petróleo). Na maioria dos países tropicais, as preferências para obtenção de combustível deveriam recair, no caso da mandioca, na plantação de variedades de árvores de crescimento rápido.1 / No caso do milho, (principalmente nos Estados Unidos) o carvão (ou possivelmente a própria palha do milho), poderá ser uma boa alternativa.

6.19 A determinação do balanço energético depende, ainda, de uma segunda variável importante: a disposição do efluente líquido, o vinhoto. No Brasil, no caso da cana-de-açúcar, pratica-se cada vez mais a reciclagem do vinhoto para irrigar e fertilizar as plantações de cana-de-açúcar circunvizinhas. O sistema funciona razoavelmente bem nas plantações muito bem organizadas situadas nas adjacências das usinas de álcool, mas não é, obviamente, uma solução universal. Ainda não se conhecem experiência sobre a reciclagem do vinhoto da mandioca. Presume-se que, no caso do Brasil, o vinhoto da mandioca seja transformado em fertilizante (ver tabela 10). A alternativa seria converter o vinhoto, através da secagem, em alimentação de animal, o que requer energia adicional. Nos Estados Unidos, muitos estudos indicam a conversão do vinhoto em alimentação de animal como a escolha preferida. Portanto, no caso dos Estados Unidos, o balanço energético baseia-se no uso do vinhoto em alimentação de animal. A tabela 10 dá a gama das soluções possíveis nos dois países (Estados Unidos e Brasil). A aplicação da análise a sistemas específicos de outros países pode levar a qualquer combinação das duas alternativas.

6.20 A comparação dos sistemas agrícolas mostra que no caso dos Estados Unidos, o consumo de energia é consideravelmente maior do que no caso do Brasil, devido ao maior emprego de fertilizantes e ao grau maior de mecanização. A situação do Brasil é provavelmente mais representativa da maioria dos países em desenvolvimento. Tendo em vista, porém, que a energia consumida no sistema brasileiro de exploração agrícola é predominantemente de origem petrolífera, o desenvolvimento de um programa integrado de produção de energia de biomassa depende de estudos suplementares.

6.21 A cana-de-açúcar e o sorgo doce apresentam um balanço energético líquido positivo (CLE inferior a 1), gerando de 3 a 8 vezes mais energia do que a consomem. Este resultado positivo decorre totalmente da existência do bagaço. A transformação do vinhoto em alimentação animal dá a melhor taxa (a mais baixa). E, portanto, do ponto de vista energético, essa transformação não é, em geral, eficiente se se pode, em lugar dela, reciclar o vinhoto em fertilizante. Em suma, a transformação da cana-de-açúcar em etanol-carburante é uma forma efetiva de reduzir as necessidades de petróleo de um país.

6.22 A tabela 10 revela que uma destilaria convencional de cana-de-açúcar con-

1 / Uma combinação de mandioca com cana-de-açúcar, para aproveitar o excedente de bagaço, oferece boas perspectivas em muitas situações. Esta combinação traria melhoria considerável na taxa líquida de energia e com ela se destaca a necessidade de outras melhorias na tecnologia da cana-dè-açúcar, no respeitante ao rendimento energético.

Tabela 10: ANÁLISE DA ENERGIA LÍQUIDA DO ETANOL (kcal/kcal do etanol)[a]

	E.U.[b]			BRASIL[c]			MELAÇO
		Milho			Mandioca		
	Cana-de-açúcar	Tradicional	Conservação de energia	Cana-de-açúcar[d]	sem plantação de árvores[d]	com plantação de árvores	
SISTEMA AGRICOLA							
Combustível	0.26	0.19	0.19	0.07	0.07	0.10	0.07
Fertilizantes prod. químicos	0.11	0.26	0.26	0.04	0.01	0.02	0.01
Subtotal	0.37	0.45	0.45	0.11	0.08	0.12	0.08
USINA DE ÁLCOOL							
Carvão	0	1.39	0.62	0	0	0	0
Lenha	0	0	0	0	0.77	0.77	0
Eletricidade	0	0	0	0	0.07	0.07	0.01
Bagaço	1.93[d]	0	0	1.26[d]	0	0	0.54[e]
Prod. químicos	NC[f]	NC	NC	0.01	0.01	0.01	0.01
Disposição de Vinhoto	0.34	0.48	0.24	NC	NC	NC	NC
Subtotal, Usina de álcool	2.27	1.87	0.86	1.27	0.85	0.85	0.56
Total de energia consumida	2.64	2.32	1.31	1.38	0.93	0.97	0.64
ENERGIA DOS SUB-PRODUTOS							
Bagaço	2.27	0	0	1.26	0	0.84	0.55
Reciclagem dos fertilizantes	NC	NC	NC	NC	0	0	0
Alimentação para animais	0.04	0.11	0.11	(0.04)	NC	NC	NC
TAXA DE ENERGIA LÍQUIDA							
Opção para rações animais	0.33	2.21	1.20	(0.42)	-	-	0
Opção reciclagem de fertilizante	(0.12)	(1.84)	(1.08)	0.12	0.93	0.13	0.09

a/ Kcal/kcal = caloria de quilograma (montante de calor necessário para fazer a temperatura de 1 quilograma de água aumentar 1°C).

b/ Fonte principal: IAP

c/ Fonte principal: PROMON

d/ As hipóteses e as bases de cálculo não são as mesmas para os dois casos, de modo que os números comparativos têm valor apenas indicativo.

e/ Consumo de bagaço baseado no rendimento de caldeira alimentada por bagaço, isto é, o equivalente a 0,8 vezes ao de caldeira alimentada por linha no processamento de mandioca (baseado em dados fornecidos por uma sociedade de engenharia dos Estados Unidos).

f/ NC = Não calculado.

some mais energia por unidade (taxa 1,93) do que uma usina de milho (taxa 1,39), porque estando o bagaço disponível no caso da primeira, a concepção foi orientada no sentido da minimização dos custos de capital. Até que uma alternativa econômica para o uso do bagaço excedente seja encontrada (tal como a geração de energia para consumo externo e/ou o processamento de múltiplas matérias-primas na própria usina), haverá pouco incentivo para melhorar o balanço energético do álcool de cana-de-açúcar. Com a elevação dos preços da energia, essas opções, embora possam aumentar um pouco os custos de capital das usinas de álcool, estão se tornando cada vez mais viáveis. Os dados referentes a melaço (v. tabela 10, pág. 34), os quais se baseiam num critério de eficiência energética, mostram que se podem obter reduções substanciais das necessidades de energia.

6.23. As conclusões sobre a mandioca e o milho são menos claras e mais dependentes de circunstâncias específicas. A experiência do Brasil mostra que o etanol de mandioca produz um modesto balanço energético positivo (a taxa é ligeiramente inferior a 1), pressupondo-se a reciclagem do vinhoto em fertilizante e a compra de lenha ou carvão. Se uma plantação de madeira fizer parte do sistema agrícola, a taxa líquida de energia melhora substancialmente, uma vez que se pode produzir cerca de oito vezes o total de energia consumida. A maioria dos dados dos Estados Unidos indica que o etanol de milho tem um rendimento energético negativo (taxa superior a 1), mesmo quando o sistema tenha sido concebido tendo em conta parâmetros de "conservação de energia". Nas condições dos Estados Unidos, considera-se que o carvão será o combustível mais provável. Embora naõ seja uma proposição tão convidativa quanto a da cana-de-açúcar, o milho poderia ainda ser viável como meio de reduzir as necessidades do petróleo, uma vez que virtualmente toda a energia consumida pode ser proveniente do carvão 1/, e sendo adotada uma concepção que otimize a conservação de energia. A taxa de CLE do milho e da mandioca podiam melhorar substancialmente se resíduos agrícolas fossem usados como fontes de combustível.

6.24 Do ponto de vista de conservação de energia, a produção de etanol somente é desejável se a fonte de combustível for também de biomassa (ou carvão de baixo valor). Contudo, as considerações do balanço energético somente são importantes na medida em que seja possível utilizar fonte de energia e matérias-primas de biomassa a custos econômicos que permitam tornar economicamente viáveis os investimentos globais no programa de álcool. Os aspectos econômicos da produção de etanol das várias matérias de biomassa são discutidos no capítulo VIII.

1/ Em verdade, muitas fábricas de fermentação de álcool existentes nos Estados Unidos usam gás ou óleo combustível. Conseqüentemente, os dados disponíveis indicam que, no momento, a produção de álcool para a produção de "gasool" nos Estados Unidos tem na realidade aumentado as importações de petróleo.

MICROBIOLOGIA DE AÇÚCAR CRISTAL DISTRIBUÍDO NO COMÉRCIO

José Santo Goldoni *
Luiz Gonzaga Souza **
Soeli Martins da Costa ***
Aparecida Alves da Silva ***

INTRODUÇÃO

O teor de umidade dos açúcares é tão baixo, que dificilmente os microorganismos se desenvolvem nos mesmos. Assim, a umidade % máxima permitida pela legislação para o açúcar cristal standard, superior e especial é de 0,15; 0,10 e 0,10 respectivamente. Pelo fato do açúcar ser higroscópico, existe então certo risco de alteração microbiana.

Segundo MARTINELLI (6), o interesse na avaliação das concentrações dos microorganismos no açúcar, prende-se ao efeito que essa flora irá representar na qualidade do produto armazenado. A determinação dos organismos existentes no açúcar, é geralmente limitada aos fungos e bactérias termofílicas e com pequenas exceções, as leveduras que possam existir.

* Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários — F. C. A. — Campus de Botucatu — UNESP.

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários — F. C. A. — Campus de Botucatu — UNESP.

*** Biólogas estagiárias do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários — F. C. A. — Campus de Botucatu — UNESP.

As bactérias mesofílicas do açúcar, são espécies esporogênicas, podendo sobreviver aos estágios de fabricação. A sua determinação pode ter uma significância maior do que possa parecer, uma vez que a sua concentração no açúcar pode ser tomada como um índice de eficiência da clarificação ou do estado de higiene da usina.

Tendo em vista a importância do assunto, o presente trabalho de pesquisa, tem por objetivo verificar a qualidade microbiológica do açúcar cristal superior distribuído no comércio de Botucatu, Estado de São Paulo.

REVISÃO DA LITERATURA

Segundo LEME Jr. & BORGES (5), o açúcar armazenado sofre queda de polarização e esta pode ser lenta ou gradual (normal) e rápida (anormal).

A queda brusca pode ser causada por excesso de umidade, mais comum, e pela presença de muitas impurezas, como açúcares redutores e microorganismos: *Penicillium*, *Aspergilus*, *Mucor*, *Monilia*, fermentos láticos, acéticos, alcoólicos, butíricos e outros. O principal fator de deterioração, entretanto, é a umidade, pois age direta ou indiretamente, facilitando o ataque de microorganismos.

Ainda, segundo os autores, apenas alta polarização não é suficiente para ga-

rantir a conservação do açúcar. Outros fatores também influem como o caldo bem clarificado, livre de impurezas higroscópicas, água de lavagem pura e livre de microorganismos, bem como o tamanho dos grãos, sendo os grãos maiores menos higroscópicos do que os pequenos, pois apresentam, relativamente, menor superfície de exposição ao ar.

FRAZIER (3), afirma que durante a manufatura do açúcar bruto e a posterior refinação, o número de microrganismos presentes, que pode ser grande durante a extração do caldo, se reduz com a maioria dos tratamentos subseqüentes: clarificação, evaporação, cristalização, centrifugação e filtração. Quando o açúcar se destina para fins especiais, como fabricação de bebidas refrigerantes e de conservas, deverá apresentar-se com número bastante reduzido de esporos, isto é, quase que microbiologicamente puro.

Segundo MEADE (7), os açúcares brutos possuem uma microflora característica, composta de espécies de fungos, bactérias e leveduras, por isto introduzem no processo de refinação um potencial microbiano variado que pode causar perda de sacarose durante a refinação. Existem amplas variações nas quantidades e espécies de microrganismos existentes nos açúcares de diferentes países, tendo-se verificado que os açúcares procedentes de certos países da zona do Caribe, possuem concentrações maiores de microorganismos viáveis que de outros países da mesma região. Segundo o autor, as espécies de microorganismos que se encontram mais freqüentemente nos açúcares brutos são: *Bacilius subtilis*, *Bacillus mesentericus vulgatus*, *Aerobacter aerogenes* e espécies de *Actinomyces*, *Saccharomyces*, *Penicillia*, *Mucor* e *Aspergillus*. A esta lista, deve-se acrescentar as espécies termofilicas: *Clostridium nigrificans* e *Bacilus stearothermophilus* (grupo acidulador) e também os produtores de hidrogênio: *Clostridium thermoputrificum*, *Clostridium thermoarogenes thermoacidophilus* e *Clostridium thermochainus*.

Segundo BIDAN & HEITZ (2), as condições necessárias para a ocorrência de microorganismos no açúcar cristalizado, são: contaminação pelo ar e pelo licor-mãe, isto é, que os xaropes e resíduos contenham eles próprios os microorganismos. Existem condições próprias necessárias ao seu desenvolvimento. Mesmo que essas condições não sejam favoráveis, e que os microorganismos estejam sob uma forma de resistência, inativa momentaneamente (esporos), poderão eles se desenvolver de novo desde que ocorram condições favoráveis. Essas condições favoráveis, são as seguintes: uma fonte de energia que é constituída pelo próprio açúcar; traços de nitrogênio, fósforo e de minerais para seu metabolismo; condições de temperatura, de pH, de teor em oxigênio e de água suficiente, isto é, um teor de umidade que ultrapassa certo limite.

Toda vez que essas condições ocorrem, e havendo contaminação, aparecerão no açúcar, bolores, leveduras e bactérias. O açúcar constituindo um substrato privilegiado, haverá neste caso perda de açúcar. O desenvolvimento dos microrganismos, pode-se produzir a partir de formas de resistência ou desde que as condições do meio sejam favoráveis, isto é, durante o processo de fabricação nas indústrias que utilizam o açúcar, há o risco de ocorrer os inconvenientes, devido ao crescimento de microorganismos: produção de gás hidrogênio, CO_2 ou H_2S, que podem ou não ser corrosivos, variação de pH, e outros. Inversamente, cada vez que as condições forem desfavoráveis ao dsenvolvimento dos microorganismos, eles irão diminuir, podendo mesmo desaparecer.

Segundo os autores, os principais microorganismos encontrados nos açúcares, são: a) bolores: *Penicilluim*, *Aspergillus* e *Mucor;* b) leveduras: *Saccharomyces rouxii*, *S. bailii* var. *osmophilus*, *S. bisporus* var. *mellis*, *S. rosei*, *Kluyveromyces marxianus*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*; c) bactérias: *Leuconostoc mesenteroides*, *Aerobacter*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. macerans*, *Clostridium thermosaccharolyticum e Clostridium nigrificans.*

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Amostras de açúcar cristal superior de quatro (4) diferentes marcas, designadas por A, B, C e D, encontradas no comércio de Botucatu, Estado de São

Paulo, foram coletadas em frascos apropriados e esterilizados, procedendo-se de imediato às análises microbiológicas.

As amostras foram coletadas com quatro (4) repetições, em intervalos de uma (1) semana, durante o mês de novembro de 1981.

As amostras e suas origens, são abaixo relacionadas:

Amostra	Origem
A	Bebedouro — SP
B	Conchas — SP
C	São Paulo — SP
D	Piracicaba — SP

Métodos

Os meios de cultura utilizados para se verificar a presença e contagem dos microorganismos, foram os seguintes: caldo de fígado, para bactérias termofílicas anaeróbias não produtoras de H_2S *(Clostridium thermosaccharolyticum)*; agar sulfito, para bactérias termofílicas anaeróbias produtoras de H_2S *(Clostridium nigrificans)*; dextrose triptona agar, para bactérias termofílicas tipo "Flat sour" *(Bacillus stearothermophilus)* e YM para bolores e leveduras.

Os métodos empregados para as análises microbiológicas, foram os recomendados pela AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1); HARRIGAN & McCANCE (4) e NATIONAL CANNERS ASSOCIATION (8).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para presença e contagem dos microorganismos, são apresentados no Quadro I.

Os padrões para bactérias termofílicas em açúcar, segundo o NATIONAL CANNERS ASSOCIATION (8), são os seguintes:

1 — Para bactérias anaeróbias não produtoras de H_2S: em qualquer uma das amostras não deverá haver mais de 4 tubos positivos, dos 6 examinados.

2 — Para bactérias anaeróbias produtoras de H_2S: em qualquer uma das amostras não mais do que 2 entre os 6 tubos.

3 — Para bactérias tipo "Flat Sour": uma média de não mais de 50 esporos por 10 gramas de açúcar.

Os padrões para bolores e leveduras em açúcar, segundo OWEN & MOBLEY (9), são os seguintes:

1 — Para bolores: o número de esporos não deverá exceder a 10 por grama de açúcar.

2 — Para leveduras: o máximo tolerado é de 50 por grama.

Pelo Quadro I, verifica-se que para bactérias termofílicas anaeróbias não produtoras de H_2S, anaeróbias produtoras de H_2S e do tipo "Flat Sour", os resultados obtidos estão dentro dos padrões acima citados.

Para bolores e leveduras, verifica-se também, que os resultados obtidos estão dentro dos padrões estabelecidos por OWEN & MOBLEY (9).

Os resultados obtidos para bolores e leveduras foram submetidos à análise de variância para verificar a diferença entre tratamentos (Quadros II e III).

A análise de variância dos dados de bolores e leveduras, foi feita segundo um delineamento em blocos casualizados, com 4 tratamentos (A, B, C e D) e 4 repetições (4 épocas). Os dados originais (x), foram transformados para $\ln (x + 1)$, de modo a se obter maior homogeneidade de variâncias. O teste *F* para tratamentos (4,15) foi significativo ao nível de 5% de probabilidade e a análise das médias de tratamentos pelo teste Tukey a 5% permitiu concluir:

A média do tratamento A é significativamente maior que a do tratamento D, não diferindo, no entanto, das médias dos tratamentos B e C.

Quadro I — Contagem de microorganismos em açúcar cristal superior das marcas comerciais A, B, C e D.

T	Amostra A				Amostra B				Amostra C				Amostra D			
R	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
R_1	0	0	0	55	0	0	5	10	0	0	0	5	0	0	0	5
R_2	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0
R_3	1	0	0	10	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	10	0
R_4	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0

1 — Termofílicos anaeróbios não produtores de H_2S.
2 — Termofílicos anaeróbios produtores de H_2S.
3 — *Bacillus stearothermophilus* ("Flat sour").
4 — Bolores e leveduras.

Quadro II — Análise de variância.

C. de variação	gl	SQ	QM	F
Blocos	3	4,57	1,52	1,62
Tratamentos	3	11,71	3,90	4,15*
Resíduo	9	8,43	0,94	
Total	15	24,71		

Quadro III — Médias de tratamentos e significância entre as mesmas, através do teste Tukey a 5%.

Tratamentos	Médias
A	23,75a
B	6,25ab
C	6,25ab
D	1,25b

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5%.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para presença e contagem, em açúcar cristal superior, de bactérias termofílicas anaeróbias não produtoras de H_2S, anaeróbias produtoras de H_2S, tipo "Flat Sour" e bolores e leveduras, revelaram estar dentro dos padrões estabelecidos pela NATIONAL CANNERS ASSOCIATION (8) e por OWEN & MOBLEY (9).

Assim, segundo os padrões acima citados, todas as amostras seriam aprovadas, não havendo objeções quanto ao consumo direto dos açúcares analisados bem como ao seu uso para fins especiais como fabricação de bebidas refrigerantes e de conservas.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve por objetivo, verificar a presença e contagem de microrganismo que ocorrem em açúcar cristal superior, coletado no comércio de Botucatu, no Estado de São Paulo.

Os resultados obtidos para bactérias termofílicas anaeróbias não produtoras de

H_2S, anaeróbias, produtoras de H_2S, tipo "Flat Sour" e bolores e leveduras, revelaram valores abaixo dos limites estabelecidos pela NATIONAL CANNERS ASSOCIATION (8) e por OWEN & MOBLEY (9).

Os resultados obtidos para bolores e leveduras foram submetidos à análise de variância para verificar a diferença entre tratamentos (marcas comerciais), verificando-se que a média do tratamento A é significativamente maior que a do tratamento D, não diferindo, no entanto, das médias dos tratamentos B e C.

SUMMARY

The authors studied the presence and count of microorganisms that occurs in four (4) commercial crystal sugars, sampled in stores of Botucatu in São Paulo State, Brazil, in different periods.

The results obtained for thermophilic anaerobes not producing H_2S, thermophilic anaerobes producing H_2S, Flat Sour spores and yeasts and molds revealed lower levels than those established by NATIONAL CANNERS ASSOCIATION and by OWEN & MOBLEY.

The results obtained for yeasts and molds were submitted to analysis of variance, showing differences between treatments.

REFERENCIAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. — Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington. Marvin L. Speck, 1976. 701p.
2. BIDAN, P. & HEITZ, F. Microbiologie des sucres cristallisés. *Industries Alimentaires et Agricoles*, Paris, *90*(7-8):867-77, 1973.
3. FRAZIER, W. C. — Conservación de cereales, azúcares, hortalizas y sus derivados. In: *Microbiologia de los alimentos*. Zaragoza, Acribia, 1962. p. 158-76.
4. HARRIGAN, W. F. & McCANCE, M. E. — Techniques in applied microbiology. In: *Laboratory methods in food and dairy microbiology* London, Academic Press, 1976. p. 199-237.
5. LEME Jr., J. & BORGES, J.M. — Operações finais. In: *Açúcar de cana*. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1965. p. 196-9.
6. MARTINELLI Filho, A. — Contribuição para o estudo dos microorganismos presentes nos açucares da zona de Piracicaba. Piracicaba. 1958. 42p. (Tese. Escola Superior de Agricultura — "Luiz de Queiróz").
7. MEADE. G.P. — La microbiologia de fabricación y refinación del azúcar. In: *Manual del azucar de caña*. 9ª ed. Barcelona, Montaner y Simon, 1967. p. 349-65.
8. NATIONAL CANNERS ASSOCIATION — Laboratory manual for food canners and processors Westport The AVI Publishing Compapany, v. 1, 1968. 336 p.
9. OWEN, W. L. & MOBLEY, R. L. — Bacteriological standards of refined sugars. *Facts about sugar*, *30*(12):451, 1935.

AUTOMAÇÃO NA INDÚSTRIA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL

F.F. ZANNI
Sistema Automação Industrial

INTRODUÇÃO

Com este trabalho, pretendemos apenas dar uma idéia dos pontos do processo, na indústria do açúcar e do álcool, em que temos encontrado maior interesse, por parte do usuário, em se instalar equipamentos de automação e controle. Abordamos apenas a moenda, a pré-fermentação, fermentação e destilaria. Muitas outras partes do processo requerem controle e instrumentação, tais como: Brix e nível nos evaporadores, Processo de cristalização a vácuo, Temperatura nos aquecedores de caldo, umidade do bagaço, Caldeiras, Tratamento de águas, Nível e controle de estoque nos tanques de álcool, Laboratório de pagamento de cana pelo teor de sacarose, etc.

Porém, considerando a brevidade requerida para a apresentação deste trabalho, procuramos resumi-lo apenas aos principais aspectos.

AUTOMAÇÃO NA MOENDA

Bica de queda "Donelli"

Para se conseguir maior capacidade de moagem, pode-se alimentar a cana picada na moenda através da bica de queda "Donelli". Para tal, é indispensável o controle de nível da cana no interior da bica. Um conjunto de sensores mede o nível da cana no interior da bica "Donelli", firmam esse valor ao transmissor de nível que envia o sinal ao controlador, o qual regula a velocidade da esteira de alimentação para manter o nível no valor desejado.

Nível do Rolo Superior

A indicação do rolo superior de um terno da moenda é importante para que se faça a regulagem da mesma. Se o rolo estiver muito alto, significa que não estamos extraindo suficiente caldo de cana e se o rolo estiver muito baixo significa que estamos moendo pouca cana. Utiliza-se transdutores de deslocamento do tipo capacitivo, imunes à água dos jatos de limpeza na moenda, os quais medem continuamente a distância das duas extremidades do rolo superior à extremidade de um dos rolos inferiores.

O sinal destes transdutores pode ser registrado, para análise de desempenho da moenda.

Potência das Turbinas

Medindo-se a pressão e a vazão de vapor e a rotação de cada turbina pode-se calcular a potência consumida por uma turbina da moenda.

Colocando-se esses valores em um registrador, pode-se efetuar uma análise do desempenho da moenda.

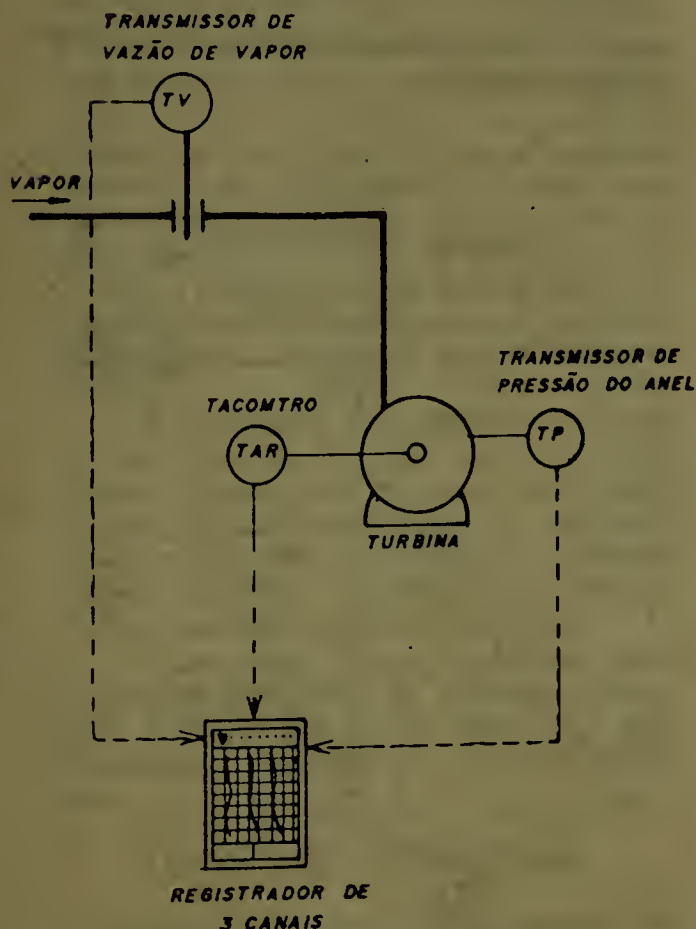
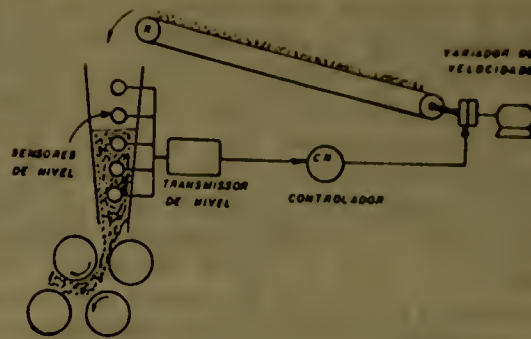
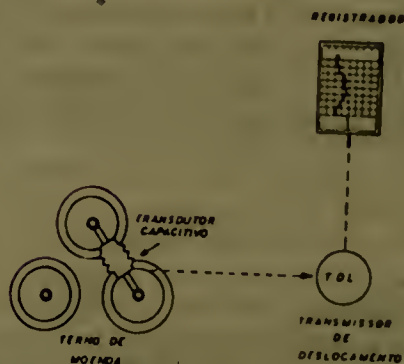
Balanço de Massas

Pode-se estimar a eficiência da moenda através da medição do Brix do caldo e pol do bagaço. Porém este método, é pouco preciso e seguro. Para podermos calcular com precisão e de modo contínuo a eficiência da moenda, precisamos conhecer a vazão total do caldo, a vazão total de água de embebição, vazão em peso do bagaço e Brix do caldo.

Pode-se efetuar a medida de todas essas variáveis e colocá-las em um registrador para se ter um conhecimento exato da eficiência da moenda.

Controles no Diluidor

O controle no diluidor tem por objetivos:

— garantir um Brix do mosto constante para limentação da dorna de fermentação, independentemente de variações do brix do mel, brix do caldo ou variações na produção.

MEDIÇÃO E REGISTRO DO DESLOCAMENTO DO ROLO SUPERIOR

CONTROLE NA ALIMENTAÇÃO DA MOENDA

MEDIÇÃO E REGISTRO DA POTÊNCIA DE UMA TURBINA DA MOENDA

Controle de Brix

O controle de Brix é feito através de uma malha de controle constituida de um transmissor de Brix, um controlador e uma válvula de controle na linha de mel.

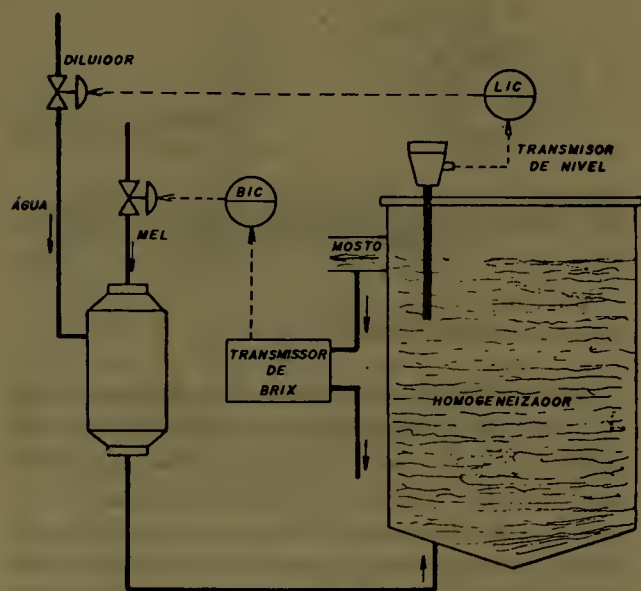
O transmissor é de fluxo continuo. Uma parte do mosto que vai para as dornas passa pelo interior do instrumento, que pesa continuamente um trecho de tubulação de volume conhecido e dessa forma se determina a densidade, isto é, o Brix.

O sinal do transmissor é enviado ao controlador que compara o sinal do valor real com o valor desejado (Set point) e atua sobre a válvula de controle de vazão do mel ajustando-a à abertura adequada que garante o valor de Brix real igual ao desejado.

Controle de Nível

Se em dado instante se inicia a fermentação em mais uma dorna, o consumo de mosto irá aumentar, provocando uma queda no nivel do tanque homogeneizador. Então o controlador de nível, percebendo a queda de nivel irá abrir um pouco mais a

válvula de água. Automaticamente, o controlador de Brix, percebendo uma tendência a cair o Brix devido ao maior volume de água que está entrando, irá abrir imediatamente um pouco mais a válvula de mel para manter o Brix constante. Dessa maneira, conseguimos aumentar a produção de mosto automaticamente, mantendo sempre o Brix no valor desejado. Caso diminua a demanda de mosto nas dornas, o processo inverso ocorre fechando um pouco as duas válvulas e diminuindo a produção de mosto.

O transmissor de nível é do tipo capacitivo. Apenas uma haste metálica revestida em plástico é introduzida no líquido. Não há, portanto, risco de infecção, pois não há cavidades onde o líquido possa ficar retido.

CONTROLE NO DILUIDOR

CONTROLES NA FERMENTAÇÃO

Controle do Brix

O controle do Brix durante a fermentação é importante para se conseguir uniformidade do produto, evitar perda de álcool por ação bacteriana.

Se não temos um bom controle do brix normalmente o operador executa o processo mais lentamente para evitar problemas e temos queda de capacidade de produção.

Com um controle automático do brix consegue-se diminuir bastante o tempo total de fermentação, evitam-se perdas e obtém-se uniformidade no produto.

Transmissor de Brix para Dornas

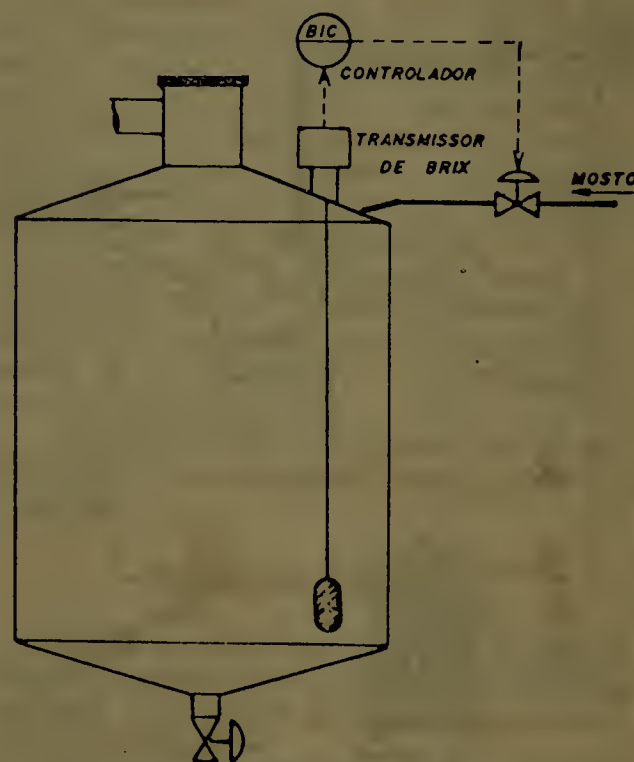
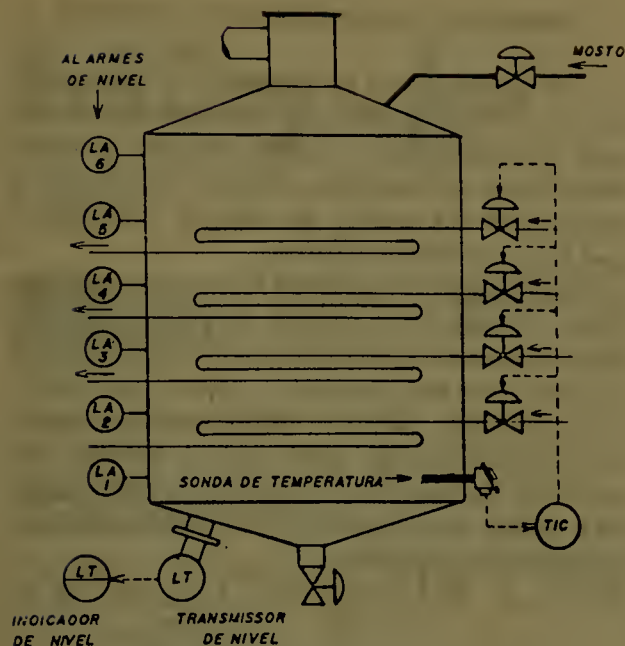
Funciona como o princípio de que o empuxo sofrido por um cilindro submerso é proporcional à densidade.

Controle de Temperatura e Nível

Durante a fermentação a temperatura deve ser mantida consoante através de refrigeração por água circulando nas serpentinas.

Podemos controlar as válvulas de todas as serpentinas através de um único controlador.

Porém, uma determinada válvula de controle só deve ser aberta se o nível do líquido estiver acima desta serpentina, caso contrário teremos desperdício de água.

Para tal, pode-se instalar um transmissor de nível ligado a circuitos de disparo de alarmes, de forma a termos uma indicação do nível e também bloqueio para as válvulas, as quais não se abrem enquanto a respectiva serpentina não estiver imersa no líquido.

CONTROLE DE BRIX EM DORNA DE FERMENTAÇÃO

CONTROLE DE TEMPERATURA E NÍVEL EM DORNA DE FERMENTAÇÃO

AUTOMAÇÃO NA DESTILARIA

Indicação e Registro de Temperatura

A indicação precisa de temperaturas na destilaria é importante para se conseguir colocar o processo nas condições ideais de funcionamento com a graduação alcoólica em cada bandeja no valor exato para o qual a destilaria foi projetada. Assim, evitam-se perdas de álcool, pela vinhaça e pelas trombetas e obtém-se a produção máxima do aparelho e a qualidade do produto dentro dos padrões especificados.

É importante também termos o registro de algumas temperaturas mais importantes. As curvas do papel registrador podem ser analisadas para se verificar o comportamento da produção. Podemos assim, observar a ocorrência de falhas e tomar providências para corrigi-las.

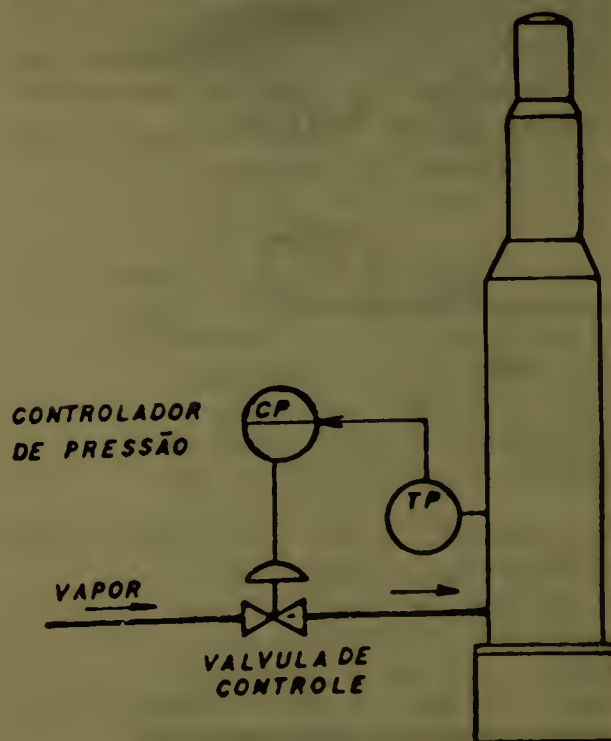
Atualmente muitas destilarias estão adotando o sistema de indicação digital, pois é de leitura muito mais fácil pelo destilador e pode-se ler a maiores distâncias.

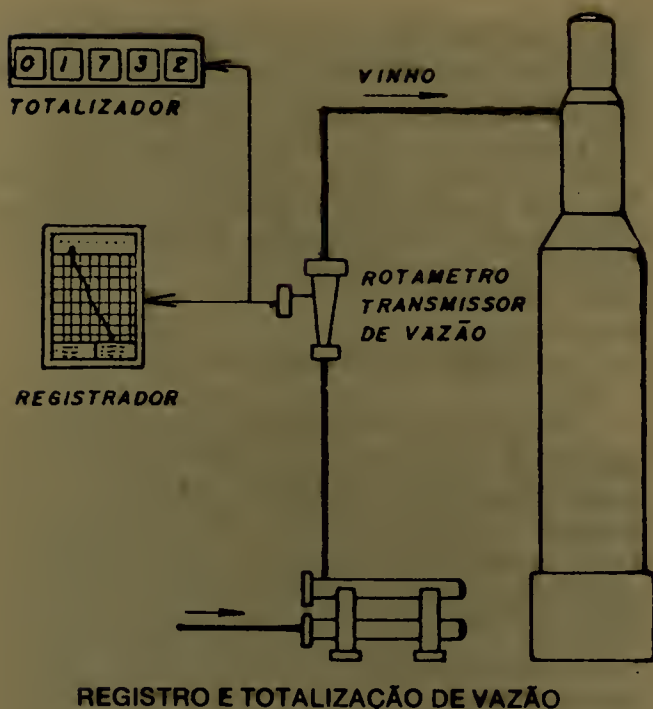
Controle da Pressão de Vapor

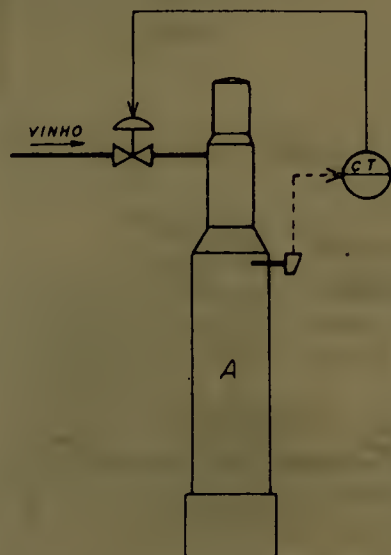
Esse é o controle fundamental das colunas de destilação.

O transmissor de pressão é o elemento de medida que mede a pressão e transmite um sinal padronizado ao controlador. O controlador por sua vez compara o valor da pressão real com o valor desejado, enviando um sinal para a válvula de controle que se posiciona na abertura adequada para permitir a passagem exata do vapor necessário ao processo.

Vazões de Álcool e de Vinho

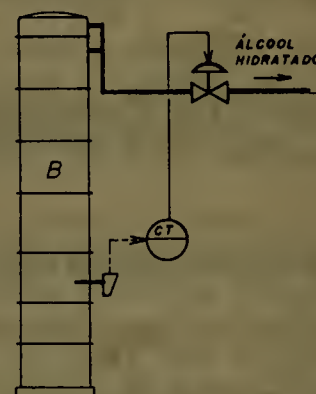
Para se efetuar uma análise do desempenho da destilaria, pode-se registrar as vazões de vinho e de álcool. Sabemos que o ideal é que haja uma relação constante entre essas duas vazões, para termos de eficiência máxima. Uma análise visual do papel de um registrador de carta contínua, onde estão gravadas as duas vazões simultaneamente, nos permite obter uma série de informações úteis sobre o andamento da destilaria, tais como: carga de trabalho e produção, fator de produção (quantos litros de vinho foram necessários para produzir um litro de álcool), problemas ocorridos, estabilidade do processo, etc. Podemos também acrescentar um totalizador de vazões para álcool e outro para vinho, de forma a podermos conhecer as quantidades totais de consumo de vinho e produção de álcool.

CONTROLE DE PRESSÃO DE VAPOR

REGISTRO E TOTALIZAÇÃO DE VAZÃO

Controle de Temperatura na Coluna A

A temperatura na bandeja 16 da coluna A é o principal ponto de referência para o bom funcionamento dessa coluna. O controle dessa temperatura é feito mediante a regulagem da alimentação de vinho. Assim, se houver queda na graduação alcoólica do vinho haverá uma tendência de subir a temperatura na bandeja 16. O controlador sentirá imediatamente essa tendência e agirá sobre a válvula do vinho, abrindo-a um pouco mais e permitindo que com o aumento da vazão de vinho a temperatura volte ao valor ideal.

CONTROLE DE TEMPERATURA NA COLUNA A

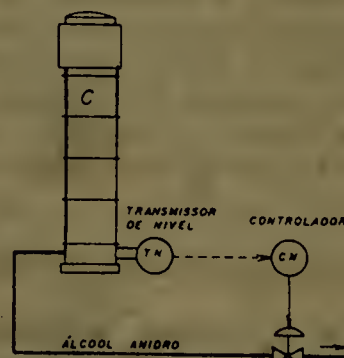
Controle de Temperatura na Coluna B

A temperatura na bandeja 4 da coluna B é o principal ponto de referência para o bom funcionamento dessa coluna. O controle dessa temperatura é feito mediante a regulagem da vazão de álcool hidratado que sai do topo da coluna.

Se a vazão de álcool hidratado estiver maior do que for possível, então a graduação alcoólica irá tender a cair, o que fará a temperatura na bandeja 4 tender a subir. O controlador sentirá imediatamente essa tendência e enviará sinal para a válvula de controle fechando-a um pouco, diminuindo a vazão de álcool para impedir que caia a graduação alcoólica.

CONTROLE DE TEMPERATURA NA COLUNA B

Controle de Nível na Base da Coluna C

O nível de álcool na base da coluna C deve ser mantido constante. Se retirarmos uma vazão excessiva de álcool, irá esgotar a coluna. Se retirarmos uma vazão pequena, estamos perdendo capacidade de produção e o nível irá subir excessivamente, com risco de ocorrerem problemas mais sérios.

O controle de nível é feito mediante a regulagem de vazão de saída de álcool anidro.

CONTROLE DE NÍVEL NA BASE DA COLUNA C

Bibliografia

INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL
BIBLIOTECA

Comp. por Maria Cruz
Bibliotecária-Chefe

ESTUDOS E PESQUISAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

01 — ALEXANDER, A.G. Sugarcane physiology; a comprehensive study of the saccharum source-to-sink system. Amsterdam, Elsevier, 1973.

02 — ALGUNS conselho para a adubação da cana. *Saccharum*, São Paulo, 3(8):35-6, mar. 1980.

03 — APLICAÇÃO de vinhaça à soqueira da cana-de-açúcar em três anos consecutivos. *Boletim Técnico COPERSUCAR*, São Paulo, 12 (80):2-5, jun. 1980..

04 — ASPECTOS bioquímicos e fisiológicos da cana-de-açúcar (Saccharum spp). *Energia Nuclear na Agricultura*, Piracicaba, 3(1): 20-33, jan/jun. 1981.

05 — AZEREDO, D.F. de & BOLSANELLO, J. Efeitos de micronutrientes na produção e na qualidade da cana-de-açúcar no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (zona da mata); estudo preliminar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 98(3):9-17, set. 1981.

06 — BERTO, P.N.A. & MIALHE, L.G. Danificação mecânica de gema de colmos de cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(6):17-22, jun. 1981.

07 — BRINHOLI, O; BRASIL, O.G.; DALBEN, L.C. Estudo comparativo entre os teores de prolina das folhas e a resistência à seca de algumas variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 96(6):48-51, dez. 1980.

08 — BRINHOLI, O. et alii. Estudo comparativo de formas e doses de adubos nitrogenados na cultura de cana-de-açúcar (cana de ano). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 96(5):60-4, nov. 1980.

09 — BRINHOLI, O.; MACHADO, J.R.; LIEM, T.H. Estudo comparativo de formas e doses de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar (cana de ano e meio). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(4):28-34, abr. 1981.

10 — CANA-de-açúcar; agroclimatologia e irrigação. *Atualidades Agropecuárias*, São Paulo, 6(22):71-4, ago. 1976.

11 — CARLOS FILHO, F.; VERDE, N.G. L.; FREIRE, J.M. Resultados preliminares da introdução e avaliação de cultivares de cana-de-açúcar em Barbalha — Ce. *In: Relatório anual de pesquisa do Ceará*, Fortaleza, EPACE, 1979, p.55-73.

12 — CARVALHO, L.C.C. Sistema de pesquisa para a agroindústria da cana-de-açúcar. *Energia — Fontes Alternativas*, São Paulo, 2(7):38-48, mar./abr. 1980.

13 — CASAGRANDE, A.A. et alii. Associação entre sistemas de preparo do solo e fosfatagem em cana-de-açúcar (Saccharum

spp); efeitos no solo. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(4):48-61, abr. 1981.

14 — CAVALCANTI, F.J. de A. & GOMES, R.V. Dose econômica de fósforo para a cana-planta em um solo de tabuleiro em Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 14(3):291-3. jul. 1979.

15 — CAVALLI, A.C. O PLANALSUCAR em novas áreas. *Saccharum*, São Paulo, 4(15):26-9, jul. 1981.

16 — CHAZAL, J.L. de. El proyecto Ferke II; un segundo complejo azucarero en Ferkessedougou, República de la Costa de Marfin. *Sugar y Azucar*, New York, 73(11):93-6; 105, Nov. 1978.

17 — COLETI, J.T.; BITTENCOURT, V. C.; GIACOMINI, G,M. Torta filtro rotativo em combinação com diferentes formas de fósforo, com vistas à substituição da torta de mamona e de fósforo solúveis em água, na fertilização da cana-planta. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 96(6):16-27, dez. 1980.

18 — COLI JUNHO, J.A. Normas técnicas para produção de mudas selecionadas de cana-de-açúcar. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1979.

19 — CONSIDERAÇÕES sobre o plantio da cana-de-açúcar. *Agroquímica*, São Paulo, (1):4-9, set. 1975.

20 — CROCOMO, O.J. Cultura de tecido; técnica auxiliar para o melhoramento da cana-de-açúcar. *Saccharum,* São Paulo, 4(15):34-6, jul. 1981.

21 — EIRA,A.F. da & PACCOLA, A.A. Eficiência de inoculantes para compostagem da torta de filtro rotativo. *Brasil Açucareiro,* Rio de Janeiro, 96(6):52-61, dez. 1980.

23 — FERNANDES, J.; FURLANI NETO, controle da compactação do solo na cana-soca (Saccharum spp) variedades CB 41-76 e seus efeitos no rendimento agrícola e no sistema radicular. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1979.

23 — FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L.; STOLF, R. Preparo do solo para o plantio de cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(1):41-4, jan. 1981.

24 — FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L.; STOLF, R. O preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar e seus efeitos nas soqueiras. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(4):37-40, abr. 1981.

25 — FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L.; STOLF, R. Sistema de plantio e a competição do solo na cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(3): 20-31, mar. 1981.

26 — FOGLIATA, F.A. Experiências de fertilización con caña de azúcar. *La Industria Azucarera*, Buenos Aires, 85(983):342-9, Dic. 1978.

27 — FOGLIATA, F.A.; AYALA, H.G.; GARGIULO, C.A. Incidencia de distintas cantidades de trash seco en la calidad de la caña de azúcar. *Las Industria Azucarera*, Buenos Aires, 85(981): 315-20, Oct. 1978.

28 — GENETICS and breeding of sugarcane. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 4(10):7-11, Aug. 1979.

29 — HAPASE, D.G. Improvement in cane yield and quality for higher sugar production in Maharashtra. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 4(10):51-8, Aug. 1979.

30 — HULETT, D.J.L. Como aproveitar toda a energia disponível na cana-de-açúcar? *Saccharum*, São Paulo, 2(6):15-8, set. 1979.

31 — INDO ao encontro do produtor. *Saccharum,* São Paulo, 4(15):20-3, jul. 1981.

32 — KHUDANPUR, G.J. Cane breeding. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 4(10):27-44, Aug. 1979.

33 — LAMUSSE, J.P. Extraneous matter in cane and its effect on the extraction plant. *The South African Sugar Journal*, Durban, 64(3):113-21, Mar. 1980.

34 — LI, S. & LIU, W. Pre-planting sub-

mergence as soil ecological alteration in sugarcane field. *Taiwan Sugar*, Taipei, 28(3): 80-4, May/Jun. 1981.

35 — LOMBARDI, A.C. & BRUGNARD, C. Agricultura energética e a produção de alimentos, avaliação de custos das culturas de cana-de-açúcar solteira e intercalada ou rotacionada com outras culturas — estudo de caso. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 98(5):47-51, nov. 1981.

36 — LUCCHESI, A.A. et alii. Efeito de ácido 2-cloroetil fosfônico e de sua mistura com uréia, na indução de perfilhamento em soqueira de cana-de-açúcar (Saccharum spp), variedade CB-41-14. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 95(4):54-8, abr. 1980.

37 — MARINHO, M.L.; ALBUQUERQUE, G.A.C. de; ARAUJO, J.T. de A. Filho. Efeitos de vinhaça e adubação mineral sobre a cana-soca em dois solos de Alagoas. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 99(2):39-50, fev. 1982.

38 — MATHUR, P.S. & BEHARI, C. Growing sugarcane in diferent states. New Delhi, Directora to of Sugarcane Development. Ministry of Agriculture, 1980.

39 — MIOCQUE, J.Y.J. Programa de melhoramento da COPERSUCAR. *Saccharum*, São Paulo, 4(12): 13-6, jan. 1981.

40 — ________. Projeto de implantação de canavial. *Saccharum*, São Paulo, 4(16):32-8, mar./abr. 1981.

41 — NUNES, D. Metodologia para avaliação do comportamento agrotécnico de novos híbridos de cana-de-açúcar. *Boletim Técnico COPERSUCAR*, (15):11-7, ago. 1981.

42 — ORIENTAÇÃO geral para o cultivo da cana-de-açúcar. *A Gazeta Agropecuária*, Vitória, (282):8, jun. 1978.

43 — ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; ZAMBELLO JR., E. Absorção e remoção de zinco pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76 em três solos no Estado de São Paulo. *Brasil Açucareiro*, rio Rio de Janeiro, 96(2):21-30, ago. 1980.

44 — ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; ZAMBELLO JR., E. Acumulação de manganês pela parte aérea da cana-de-açúcar em função da idade. *Boletim Técnico PLANALSUCAR*, Piracicaba, 2(2):3-29, mar. 1980.

45 — ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; ZAMBELLO JR., E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo. *Boletim Técnico PLANALSUCAR*, Piracicaba, 2(1):3-127, fev. 1980.

46 — AS PESQUISAS que melhoram a cana. *Agricultura de Hoje*. Rio de Janeiro, 4(49):10-9, jun. 1979.

47 — PIMENTA, T.G. & PEREIRA, T.G. Transplantio individual de plântulas e seleção precoce no melhoramento de cana-de-açúcar. *Saccharum*, São Paulo, 3(10): 28-30, set. 1980.

48 — RABINDRA, R.; SHESHGIRIRAO, T.; GOWDA, S.B.K. Long range effect of sugarcane cultivation on the soil, yield and quality of sugarcane (co. 419) under V.C. Tract soil conditions. *The Indian Sugar Crops Journal*, New Delhi, 6(4):99-103, Oct./Dec. 1979.

49 — RAO, K.C. Need for breeding and selection of saccharum clones for technological characters. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 5(3):25-34, Jan. 1980.

50 — RAO, K.C. & ASOKAN, S. Studies on free proline association to drought resistance in sugarcane. *Sugar Journal*, New Orleans, 40(9):23-4, Jan. 1978.

51 — RAO, T.J. Sugarcane Improvement in India. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 4(10):13-22, Aug. 1979.

52 — RECHE, A. Congresso mundial discute os problemas da cana-de-açúcar. *Agricultura de Hoje*, Rio de Janeiro, 3(30):18-24, out. 1977.

53 — ROCHA, A.C.P.N. da & POLTRO-

NIERI, L.S. Competição de cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum oficinarum L.) na região da transamazônica. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, 83:42, nov./dez. 1980.

54 — SHEPS, I. As pesquisas que melhoram a cana. *Agricultura de Hoje*, Rio de Janeiro, 4(49):10-9, jun. 1979.

55 — SIMUNYE; el nuevo projecto azucarero de Swazilândia. *Sugar Y Azucar*, New York, 75(11):101-6, Nov. 1980.

56 — SINGH, H.N. Evaluation of crosses based on progeny testing. *Maharashtra Sugar*, Bombay, 4(10):75-7, Aug. 1979.

57 — SINGH, O. & KANWAR, R.S. Physiological evaluation of sugar cane germplasm for frost resistance. *The International Sugar Journal*, High Edgecombe, 80(953):139-41, May, 1978.

58 — SORAGE, M.A. da F. Complementação da adubação mineral da cana-de-açúcar (Saccharum spp) com tortas de mamona e de filtro oliver. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 98(4): 55-72, out. 1981.

59 — STURION, A.C. & FERNANDES, A.C. Análise direta da cana-cana-de-açúcar (Saccharum spp) com tortas de mamona e de filtro oliver. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 98(4):55-72, out. 1981.

60 — STURION, A.C.; STUPIELLO, J.P.; OLIVEIRA, E.R. de. Conservação de amostras de cana desintegrada por congelamento. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(3):32-7, mar. 1981.

61 — ULIVARRI, R. de. Analisis de la calidad de la caña de azúcar de las distintas zonas azucareras. *La Industria Azucarera*, Buenos Aires, 85(978):203-7, Jul. 1981.

62 — VANTAGENS do plantio mecanizado. *Correio Agropecuário*, São Paulo, 6(1):6-7, 1966.

63 — WONG-CHONG, J. The potential of liquid chromatography for the analysis of sugarcane. *Sugar Journal*, New Orleans, 41(12):22-5, May, 1979.

64 — ________. Tillering of sugar cane, as affected by genotype and plant growth regulators. *Sugar Y Azucar*, New York, 76(11): 56-7, Nov. 1981.

65 — YANG, S.J. The role of soil moisture on the growth and yield of sugarcane under the sub-tropical climate. *Taiwan Sugar*, Taipei, 26(3):84-93, May/Jun. 1979.

66 — YEH, H.J. The effect of herbicides on Sugar content in sugarcane. *Taiwan Sugar*, Taipei, 27(6): 196-202, Nov./Dec. 1980.

67 — ZAMBELLO JUNIOR, E.; HAAG, H.P.; ORLANDO FILHO, J. Influência da época de amostragem foliar e do tipo de solo na diagnose foliar de soqueiras de cana-de-açúcar. *Saccharum*, São Paulo, 4(13):23-30, mar. 1981.

DESTAQUE

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL

LIVROS E FOLHETOS

Por Ana Maria dos Santos Rosa
Bibliotecária

ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DOS BIBLIOTECÁRIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Grupo de bibliotecários em informação e documentação agrícola. *Catálogo de publicações em ciências agrícolas do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro, IAA, 1981. 161 p.

Este trabalho dá continuidade ao "Catálogo de Publicações oficiais em Ciências Agrícolas", elaborado em 1977, pelo então Grupo de Trabalho em Ciências Agrícolas do Rio de Janeiro, com a finalidade de atualizar a relação das publicações editadas pelos órgãos arrolados no referido catálogo, assim como incluir nesta obra uma relação de instituições que não constaram do primeiro volume. Atendendo que várias instituições participantes deste trabalho não são órgãos oficiais, foi alterado o nome do título original de 1977, passando o presente a se denominar "Catálogo de Publicações em Ciências Agrícolas do Rio de Janeiro". Realizado pelo Grupo de Bibliotecários em Informação e Documentação Agrícola do Rio de Janeiro tem a finalidade cultural de divulgar aos usuários da área a maior cobertura possível das publicações editadas pelas instituições participantes, autores totais ou em colaboração com outros órgãos das obras relacionadas, incluindo lucros, apostilas, teses, periódicos e publicações seriadas. O arranjo é por ordem alfabética de siglas das instituições.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. *Vinhoto; guia de informações e bibliografia básica.* Brasília, STI/GID, 1981, 116 p. (Documentos, 7).

A Secretaria de Tecnologia Industrial do MIC vem desenvolvendo pesquisas que indicam que o vinhoto é um insumo de elevado valor econômico, comprovando-se a sua utilização como fertilizante especialmente na recuperação de solos de cerrado e de tabuleiros nordestinos. Como contribuição aos estudos relativos ao aproveitamento racional do vinhoto foi elaborado este guia contendo documentos selecionados e que podem ser úteis, sobretudo ao setor produtivo. Incluiu-se também uma listagem da legislação sobre o impacto ambiental causado pelo vinhoto, além de outras informações adicionais, igualmente consideradas de interesse para aquelas que trabalham na área.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ALCOOLQUÍMICA, 1, São Paulo, 1981. *Trabalhos apresentados.* Rio de Janeiro, IBP, 1981. 2v.

A preparação deste documento foi baseada na reprodução direta dos textos originais elabòrados pelos conferencistas, expositores, debatedores e apresentadores de trabalhos visando, sobretudo, a agilizar a publicação dos Anais do 1º Congresso Brasileiro de Alcoolquímica, de modo que as idéias e as informações ali apresentadas não perdessem a sua atualidade haja vista a grande repercussão deste conclave. Entre os assuntos tratados estão a situação atual e perspectivas futuras da indústria alcoolquímica, fatores responsáveis pela qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, fabricação de álcool sem

vinhoto, produção de álcool etílico, produção de álcool de sorgo sacarino, hidrólise ácida e enzimática de amido etc...

MELO, Fernando Homem de & FONSECA, Eduardo Gianetti da. *Proálcool, energia e transportes*. São Paulo, Pioneira, 1981. 163 p.

Este livro de Fernando Homem de Melo e Eduardo Gianetti da Fonseca, está voltado para uma análise de alternativas energéticas adotadas pelo Brasil em resposta à crise do petróleo, assim como das opções disponíveis, mas não utilizadas. É uma tentativa de exame mais detalhado dessa postura governamental. A principal ênfase deste trabalho é que existem caminhos alternativos para o encaminhamento das soluções da chamada "crise energética" e que, apesar desses caminhos poderem alcançar resultados semelhantes em termos de alguns indicadores econômicos, os resultados distributivos podem ser drasticamente distintos. O texto está dividido em três partes, na primeira estão analisados algumas implicações das soluções introduzidas a partir de 1975, inclusive o programa do álcool. Toda a segunda parte por seu lado, será dedicada ao estudo das implicações alocativas e distributivas. Finalmente a terceira parte será integralmente dedicada à questão de energia e transportes no Brasil, como objetivo de se esclarecer sobre o caminho alternativo à solução da crise energética.

PRODUÇÃO de álcool de biomassa nos países em desenvolvimento. Washington, Banco Mundial, 1981. 75 p.

O etanol de biomassa é a principal fonte de energia renovável que oferece perspectivas de proporcionar um combustível líquido de qualidade, derivado de recursos domésticos capaz de substituir parcialmente derivados de petróleo em alguns países em desenvolvimento, diante disso o Banco Mundial que desempenha importante papel de assistência aos países em desenvolvimento, resolveu apoiar ativamente os programas de álcool economicamente justificados, este relatório mostra que a produção de álcool oriundo de biomassa oferece potencial para amenizar a atual crise energética desde que haja condições específicas dos setores agrícolas, industrial, de energia e de transporte de cada País.

CANA-DE-AÇÚCAR

ALAGOAS consolida pólo químico. *Química e Derivados*, São Paulo, 16 (177): 97, maio, 1981.

BRINHOLI, O. Estudo comparativo entre os teores de prolina das folhas e a resistência à seca de algumas variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp) *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 96(6):48-51, dez. 1980.

CANA-DE-AÇÚCAR. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 7 (81):58, set., 1981.

FREITAS, Pedro Geraldo. Redimensionamento de frota para o transporte de cana: resultados econômicos e operacionais. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 96(2):47-54, ago, 1980.

ORLANDO FILHO, J... Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade em solos do Est. de São Paulo, *Boletim Técnico Planalsucar*, Piracicaba, 2 (1):3—127, fev., 1980.

ZAMBELLO Jr. E. Efeito residual da adubação fosfatada em soqueiras de cana-de-açúcar. *Saccharum*, São Paulo, 4 (12):31-36, jan., 1981.

ÁLCOOL

A ALCOOLQUÍMICA no Nordeste. *Revista de química industrial*, Rio de Janeiro, 49 (581):30-31, set., 1980.

ÁREAS de expansão. (Proálcool). *Vida Industrial*, Belo Horizonte, 28 (7):24, julho, 1981.

CEREDA, M.P... Mètodo microbiano de avaliação de antissépticos empregados em indústrias alcooleiras. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97:44-51, mar., 1981.

O ETILENO verde-amarelo. *Química e derivados*, São Paulo, 16 (177):103-108, maio, 1981.

LEFFINGWELL, Roy J. Archer — Daniels — Midland to build alcohol plant for gasohol production. *Sugar Y Azucar*, New York 75 (4):10, abril, 1980.

MAZZONE, Juares. Novo Presidente do IAA é Hugo de Almeida: *Sugar Y Azucar do Brasil*, New York (1):9, 1979.

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS DO I.A.A.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO — Nilo Arêa Leão
R. Formosa, 367 — 21º — São Paulo — Fone: (011) 222-0611

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PERNAMBUCO — Antônio A. Souza Leão
Avenida Dantas Barreto, 324, 8º andar — Recife — Fone: (081) 224-1899

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE ALAGOAS – Marcos Rubem de Medeiros Pacheco
Rua Senador Mendonça, 148 — Edifício Valmap — Maceió Alagoas — Fone: (082) 221-2022

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RIO DE JANEIRO — Ferdinando Leonardo Lauriano
Praça São Salvador, 62 — Campos — Fone: (0247) 22-3355

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MINAS GERAIS – Rinaldo Costa Lima
Av. Afonso Pena, 867 — 9º andar — Caixa Postal 16 — Belo Horizonte — Fone: (031) 201-7055

ESCRITÓRIOS DE REPRESENTAÇÃO

BRASILIA: Francisco Monteiro Filho
Edifício JK – Conjunto 701-704 — (061) 224-7066

CURITIBA: Aidê Sicupira Arzua
Rua Voluntários da Pátria, 475/20º andar — (0412) 22-8408

NATAL: José Lopes de Araújo
Av. Duque de Caxias, 158 – Ribeira — (084) 222-2796

JOÃO PESSOA: José Marcos da Silveira Farias
Rua General Osório — (083) 221-4612

ARACAJU: José de Oliveira Moraes
Praça General Valadão – Gal. Hotel Palace — (079) 222-6966

SALVADOR: Maria Luiza Baleeiro
Av. Estados Unidos, 340/10º andar — (071) 242-0026

ENERGIA VERDE, UMA FONTE INESGOTÁVEL

Terminal do IAA em Recife. Aqui são embarcados açúcar e melaço para o exterior e álcool para os veículos do Brasil

Sendo um país tropical, com clima e solo extremamente favoráveis à agricultura, somado à suas enormes e extensas áreas territoriais, o Brasil se transforma no panorama do tempo futuro. Futuro desconhecido aos olhos do século do petróleo, carregado de enormes problemas energéticos e grande taxa de crescimento.
A criatividade brasileira é um traço inconfundível. Um lastro por todos os cantos do globo. E esta mesma criatividade, não poderia deixar de se expressar no setor agrícola — uma de suas grandes vivências: criou o Programa Nacional do Álcool — PROÁLCOOL, baseado em energia verde, fonte inesgotável.
São mais de 400 anos trabalhados em cana-de-açúcar, desde a colônia até os dias de hoje, fazendo deste produto um dos principais sustentáculos da economia nacional.
Desde 1933, o Instituto do Açúcar e do Álcool — IAA coordena toda a agroindústria nacional, procurando dar-lhe a dimensão que merece e possui. É esta agroindústria que fará do país, aquele entre poucos com opções futuras de ação energética.
É este IAA que proporciona toda a base de pesquisa, desenvolvimento e prestação de serviços ao produtor, nas áreas do açúcar e do álcool.
Para tanto, oferece todas as condições ao seu Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar — PLANALSUCAR, para procura da melhor produtividade, através de trabalhos no melhoramento de variedades e de sistemas modernos de produção agrícola e industrial.
Veículos já circulam tendo o álcool como combustível. A produção aumenta rapidamente. Porém, teremos que acelerar ainda mais.
O governo cuida disto, e o Brasil está substituindo suas fontes tradicionais de energia. O álcool se faz no campo e será tanto melhor feito quanto maior for o entrosamento entre as classes produtoras e o governo.
A meta é produzir álcool, tecnologia 100% nacional, desde o agricultor até o equipamento mais pesado.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO
Instituto do Açúcar e do Álcool